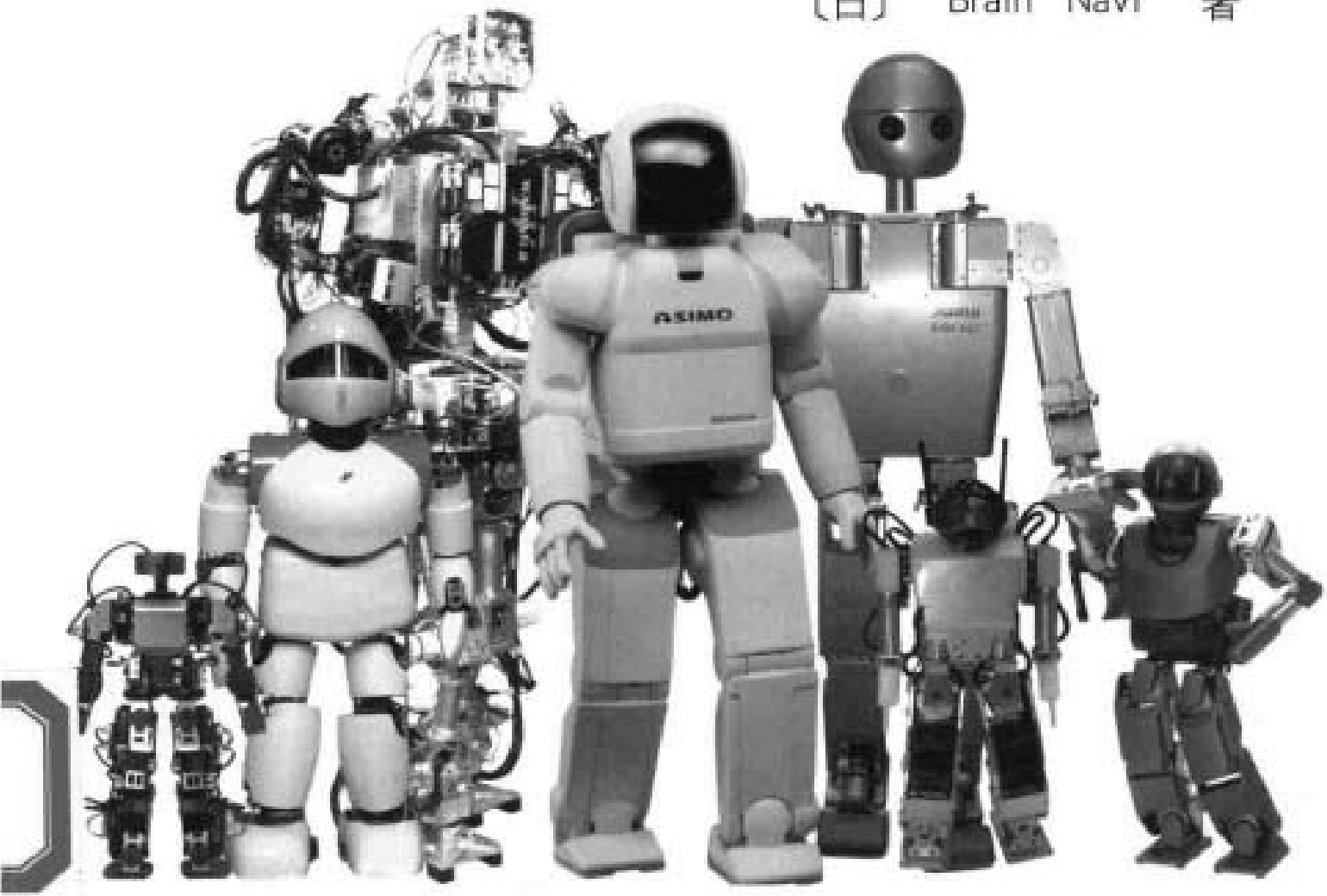
机器人竞技系列

机器人集锦

〔日〕 Brain Navi 著



科学出版社
www.sciencep.com

(TP-1943.0101)
责任编辑 杨 凯 赵丽艳
责任制作 魏 谨
责任印制 刘士平
封面制作 李 力



- 机器人C语言机电一体化接口
- 有视觉机器人制作
- 机器人竞赛指南
- 机器人制作宝典
- 机器人组装大全
- 自律型机器人制作
- 外围接口控制用微机入门
- 机器人集锦
- 逻辑集成电路搭载机器人制作入门

ISBN 7-03-011375-6
9 787030 113757 >

ISBN 7-03-011375-6
定 价：19.00 元

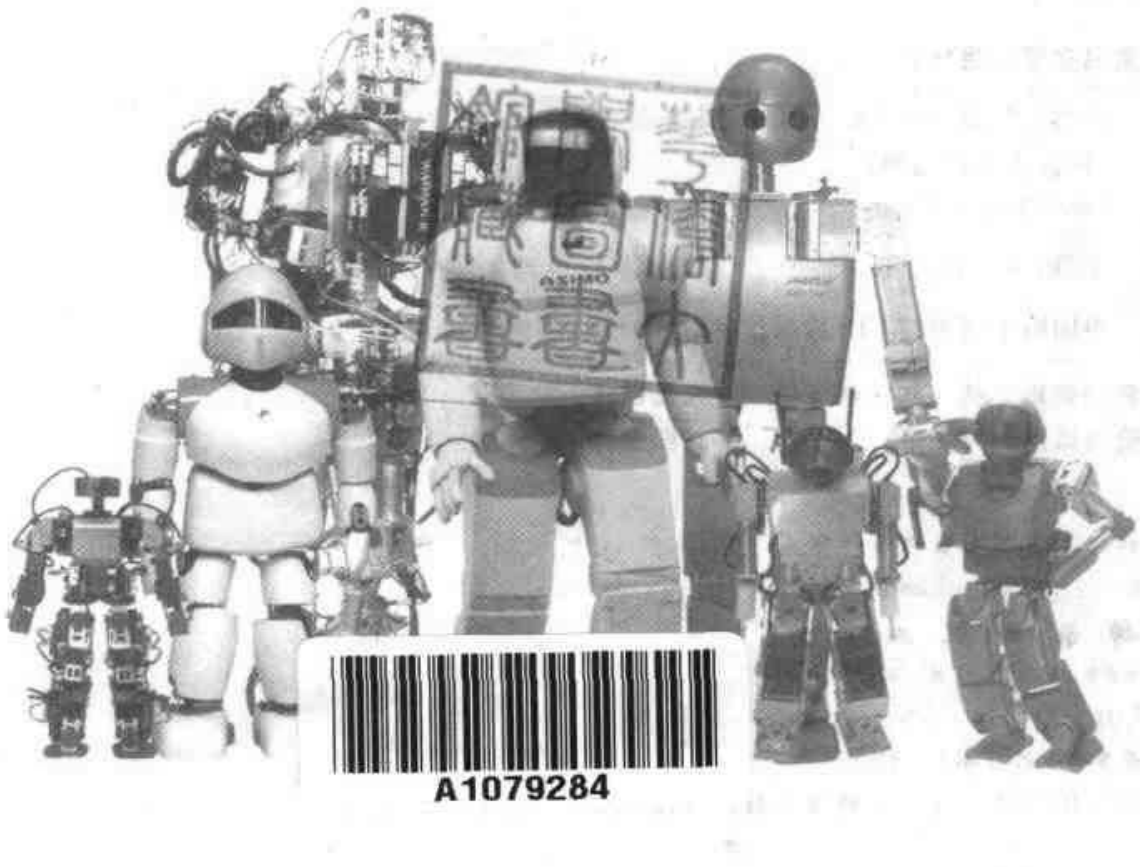
TP
J64

TP242
J647

机器人竞技系列

机器人集锦

〔日〕Brain Navi 著
金晶立 译



A1079284

科学出版社
北京

图字:01-2003-0407 号

Original Japanese language edition
RoboBooks Robot Graffiti
By Brain Navi
Copyright © 2002 by Brain Navi
Published by Ohmsha, Ltd.
This Chinese version published by Science Press, Beijing
Under license from Ohmsha, Ltd.
Copyright © 2003
All rights reserved

本书中文版版权为科学出版社所有

RoboBooks
ロボットグラフィティ
ブレインナビ　オーム社　2002

图书在版编目(CIP)数据

机器人集锦/(日)Brain Navi 著;金晶立译. —北京:科学出版社,2003
(机器人竞技系列)
ISBN 7-03-011375-6

Ⅰ.机…　Ⅱ.①B…②金…　Ⅲ.机器人-世界　Ⅳ.TP242

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 031869 号

责任编辑　杨　凯　赵丽艳　　**责任制作**　魏　谨
责任印制　刘士平　　**封面制作**　李　力

北京东方科龙图文有限公司　制作
http://www.okbook.com.cn
科学出版社　出版
北京东黄城根北街 16 号　邮政编码:100717
http://www.sciencep.com
中国科学院印刷厂　印刷
科学出版社发行　各地新华书店经销

2003 年 9 月第　一　版　开本:B5(720×1000)
2003 年 9 月第一次印刷　印张:9 1/2
印数:1—5 000　　字数:158 000

定　价:19.00 元
(如有印装质量问题,我社负责调换(新欣))

目　录

Chapter 1 双足步行机器人

ASIMO(本田) …… 2
INSIDE /ASIMO …… 4
本田双足步行机器人的进展 …… 6
SDR-3X(索尼) …… 10
PINO(ERATO 北野共生系统企画) …… 12
morph(ERATO 北野共生系统企画) …… 14
青山学院大学 Mk 系列 …… 16
WABIAN-RⅣ(早稻田大学 HUMANOID 研究所 / 高西研究室) …… 21
WABIAN 系列 …… 22
WASEDA ROBOTsince 1964 …… 23
早稻田大学 HUMANOID 研究所 …… 25
WAMOEBA-2Ri(早稻田大学 HUMANOID 研究所 / 菅野研究室) …… 26
HOAP-1(富士通自动控制) …… 27
isamu(川田工业) …… 29

Chapter 2 信息交流

POSY(Flower-机器人技术/日本 SGI) …… 34
P-noir(Flower-机器人技术) …… 35
SIG(ERATO 北野共生系统企画) …… 36
NeCoRo(OMRON) …… 37
Muu(ATR 智能影像通信研究所) …… 38
PaPeRo(NEC) …… 39
Robovie(ATR 智能影像通信研究所) …… 41

Chapter 3 娱乐型机器人

AIBO(索尼) …… 46
ERS-220 …… 48
ERS-311 / 312 …… 50
ERS-210 …… 52
ERS-110 …… 54
AIBO DESIGN WORKS …… 56
BN-1(BANDAI) …… 58
Wonder-Borg(BANDAI) …… 60
NET-BORG(BANDAI) …… 61
CAM-08(CUBE) …… 62

Chapter 4 劳动与工具

TMSUK-Ⅳ(TMSUK) …… 66
TMSUK 系列 …… 68
GUARD ROBO C3 型(综合警备保障) …… 70
RFS1(富士重工) …… 72
AV-AWR1(富士重工) …… 73
Hopis(三洋电机) …… 76
清扫机器人(三洋电机) …… 77
妹妹(服务型机器人研究会) …… 78
网站一览 …… 79

Chapter 5 机器人开发访谈录

ASIMO 开发访谈录——竹中 透 …… 82
SIG/PINO/POSY/P-noir 开发访谈录——松井龙哉 …… 87
morph 开发访谈录——古田贵之/奥村悠/田原哲雄 …… 92
WABIAN-RⅣ开发访谈录——高西淳夫 …… 99
AIBO 开发访谈录——景山浩二 …… 106
AIBO 开发访谈录——武田由佳 …… 111
AIBO 开发访谈录——河森正治/河合真木子 …… 114
BN-1/Wonder-Borg/NET-BORG 开发访谈录
——芳贺义典 …… 119
机器人的开发史 …… 124

机器人开发的相关年谱 …… 127

TOPICS 科幻机器人世界

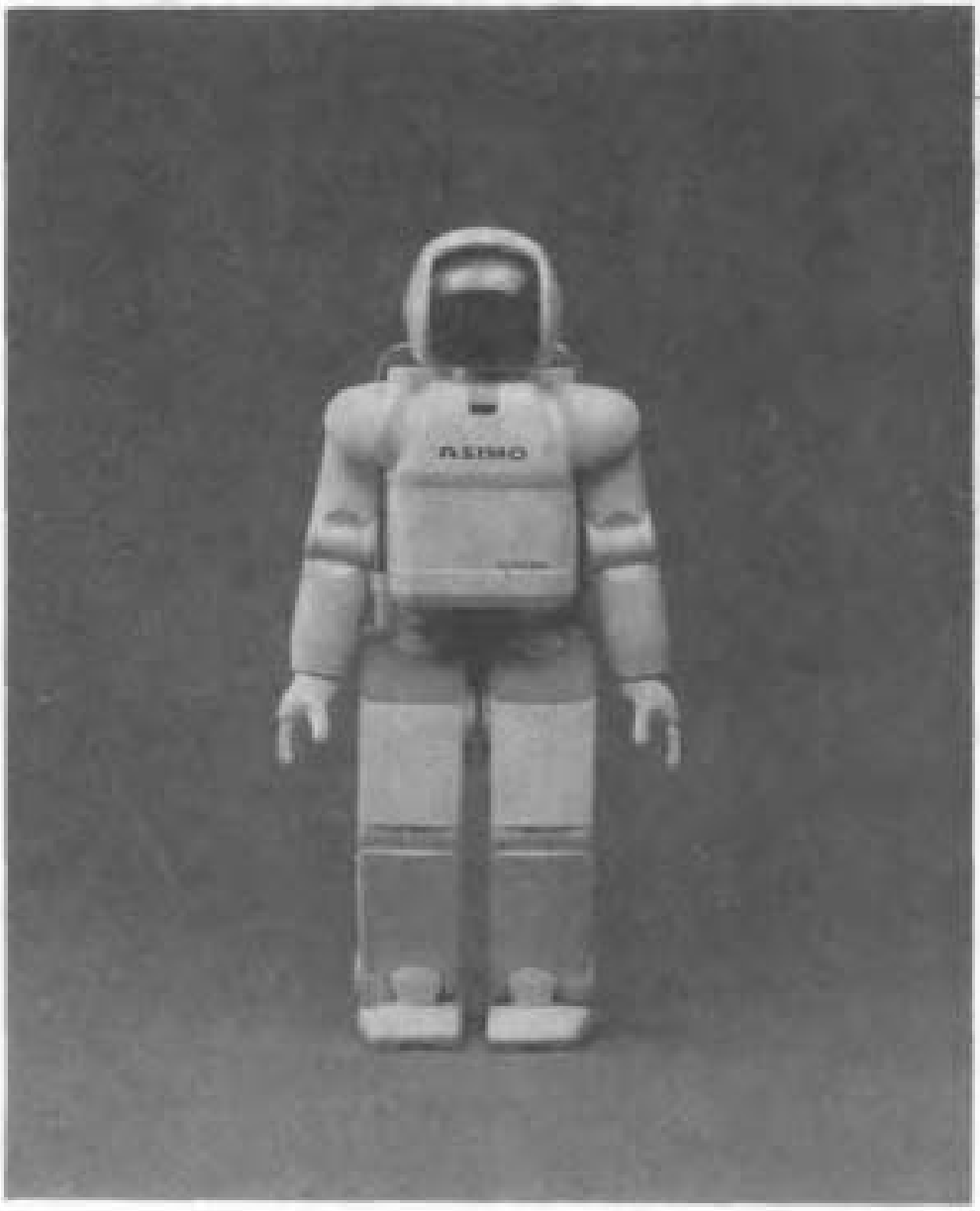
SF 机器人世界 …… 130
SF 机器人年谱 …… 136
近代机器人小说的发展历程 …… 137
特别采访——小岛秀夫 …… 139

[附栏 1] 以与人和谐共存为目标的 HRP 项目全貌 …… 18
[附栏 2] 伴随着仿人形机器人发展的双足步行技术 …… 31
[附栏 3] 发展中的机器人与人工智能的现状 …… 43
[附栏 4] 玩具世界里蜂拥而起的新型机器人玩具 …… 63
[附栏 5] 超微细加工技术改变机器人 …… 69
[附栏 6] 应付放射线事故的救助雷鸟(thunderbirds)式机器人救助队 …… 74

Chapter 1

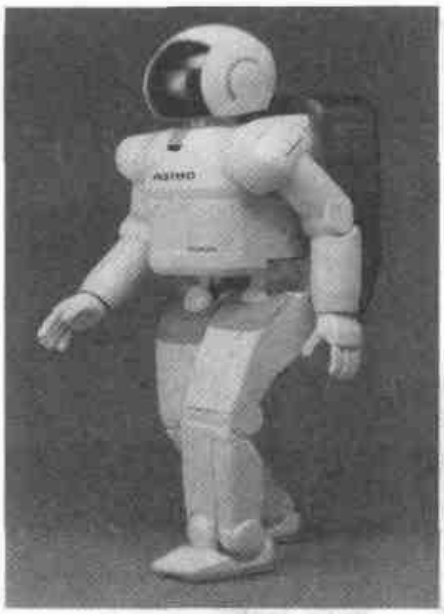
双足步行机器人

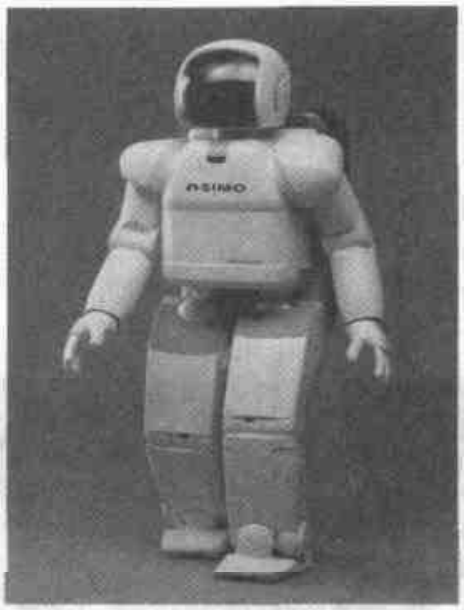
ASIMO(本田)



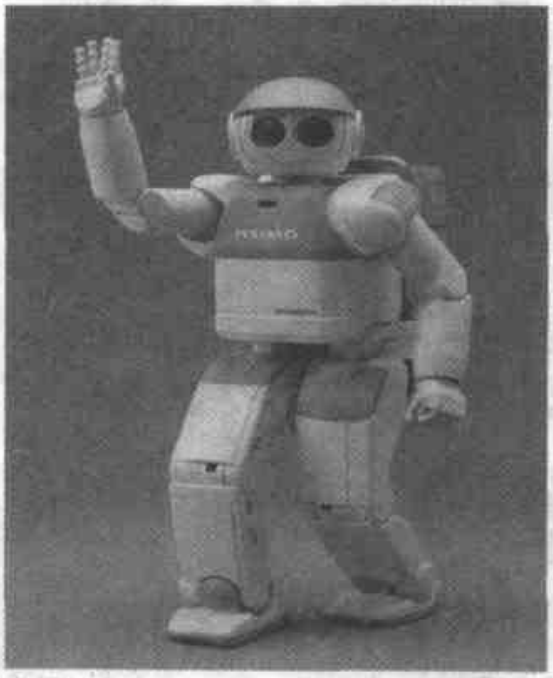
ASIMO

身高：120cm
重量：43kg
自由度：26
步行速度：1.6km/h



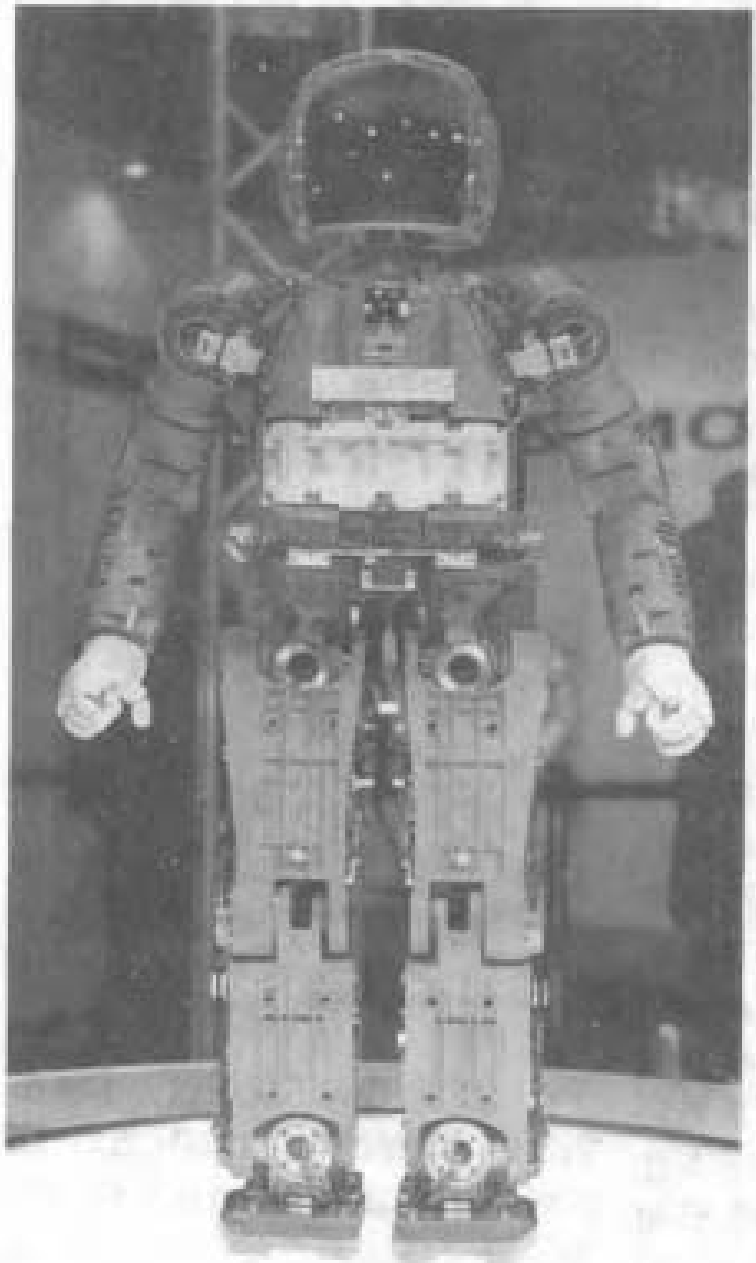


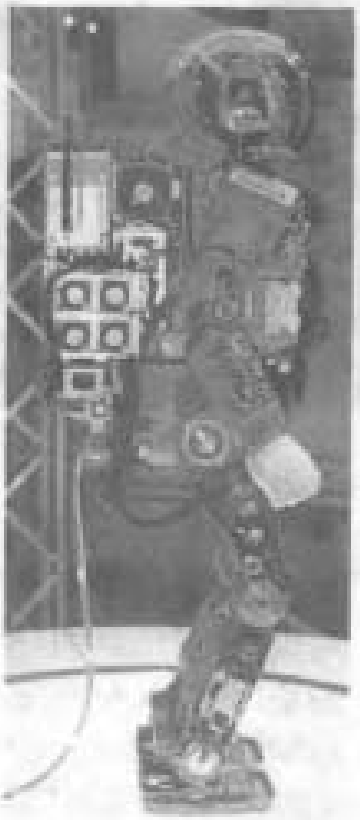
自本田公司向世人公布双足步行宇宙人(仿人形机器人)之后,经过四年的开发,终于在 2000 年秋与世人见面了。与以往的"P 系列"不同,该机器人开始使用"宇宙人"的名字。ASIMO 是 Advanced Step in Innovative Mobility 的缩写,可译为"面向新时代创新的移动体"。ASIMO 与 P3 相比,身高缩小了 40cm,体重减轻了 80kg,具有体型小、重量轻的特点。其外形就像背书包的小学生,这是以与人占有同样生活空间并共存为目标而决定的尺寸。以往的机器人在做完某种步行模式后,为更换程序,在动作模式和模式之间必须进行停顿,但根据新的步行控制程序,可以连续过渡,这是它的最大特点。这一成果可以在本社 CM(宣传广告)中的小孩跳舞的场面中看到。除此之外,利用绳索可实现五指的驱动和操作系统的简化,并扩大了手腕的活动范围等,因此被称为仿人形机器人。接着,2001 年秋,租赁用样机也上市了。进一步完善和提高了步行技术,使其不仅可以上下楼梯,而且还可以根据地面上的标志进行跟踪移动,根据音响合成发出声音,并实现了管理操作系统的小型化等。目前,它已被派往日本 IBM 和日本未来科学馆担任接待及向导工作。其基本租金为一天 200 万日元、一年 2000 万日元。

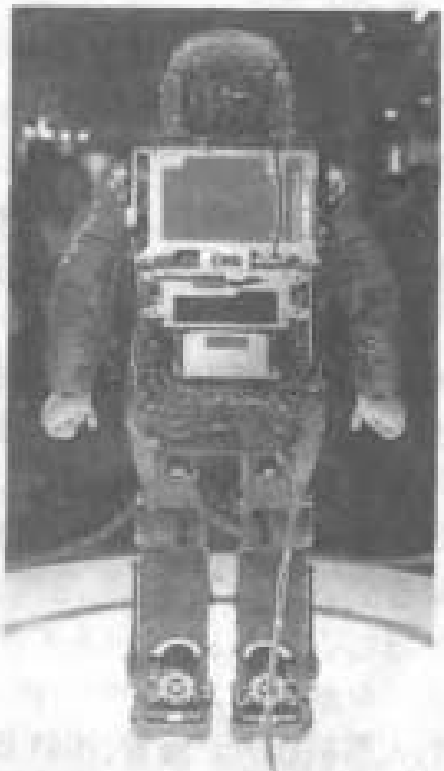


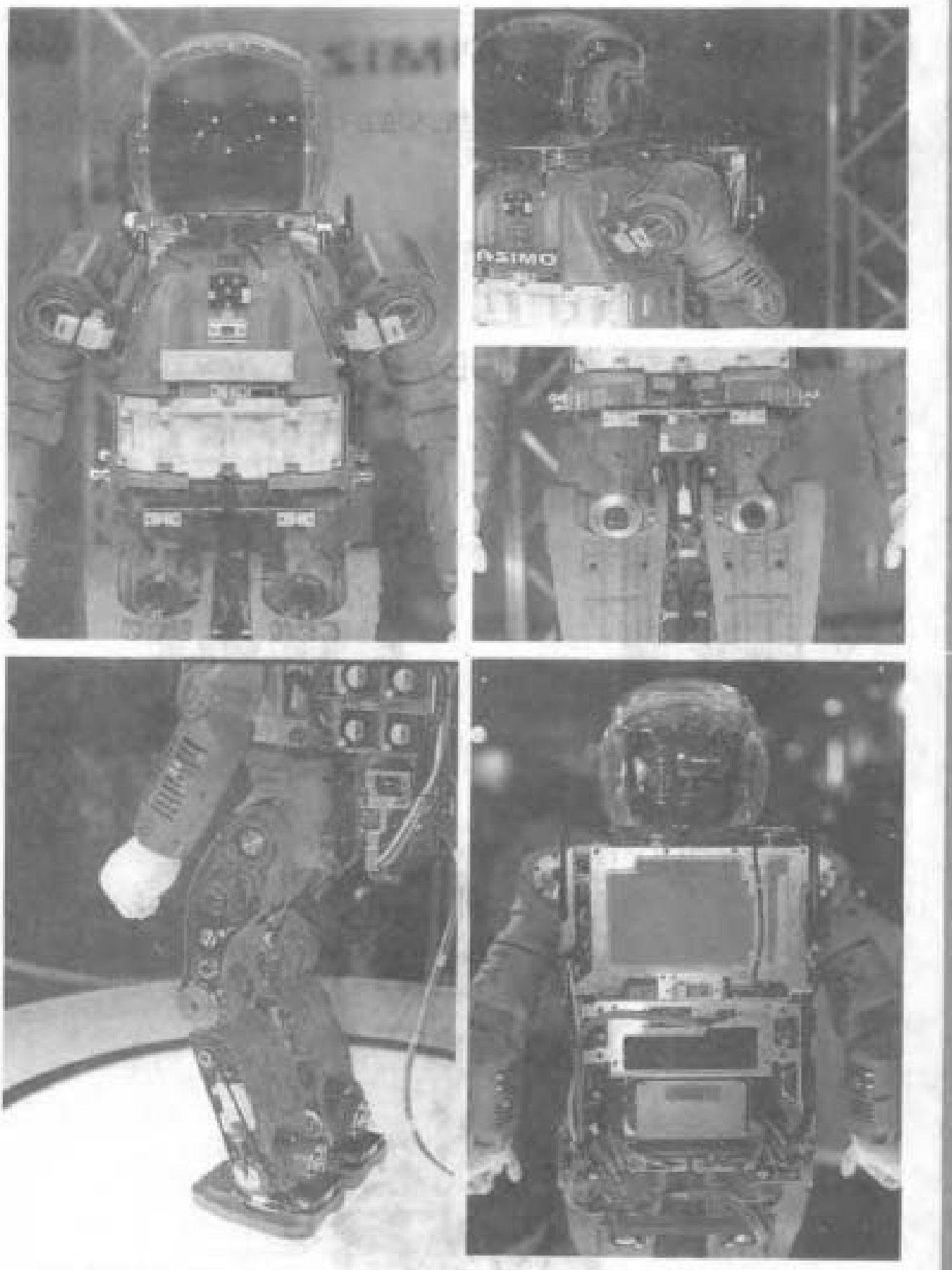
作为新产品,带有表情和彩色的ASIMO也上市了。也有把蓝色部位改为红色的样式。

INSIDE/ASIMO









2001年秋，本田公司将ASIMO的外装全部卸掉进行公开展示，这一展示引起了广泛关注，可以很清楚的看到ASIMO的骨架结构。

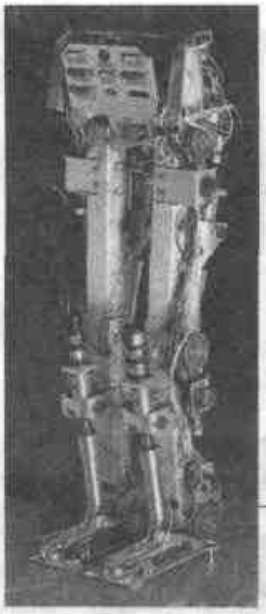
本田双足步行机器人的进展

1996 年因最先公开 P2 而闻名于世的本田公司，实际上经过十多年的努力才达到这种程度。

E 系列

为实现基本的双足步行技术机械化，E 系列只有下半身结构。其系列名是 Engineering 的头一个字母。

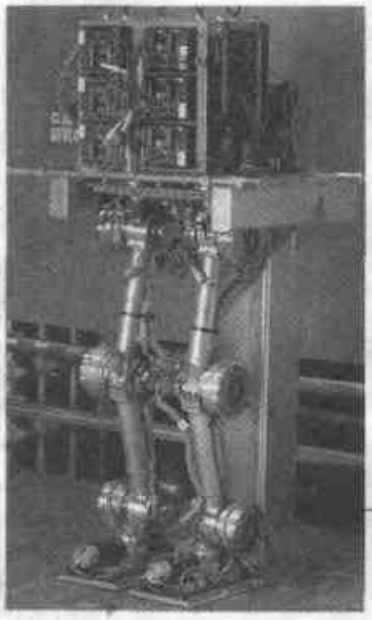
1986



E0

身高：101.3cm
重量：16.5kg

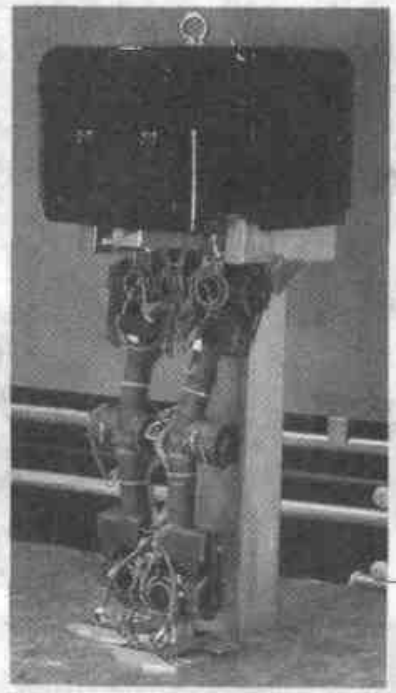
1987



E1

身高：128cm
重量：72kg

1989



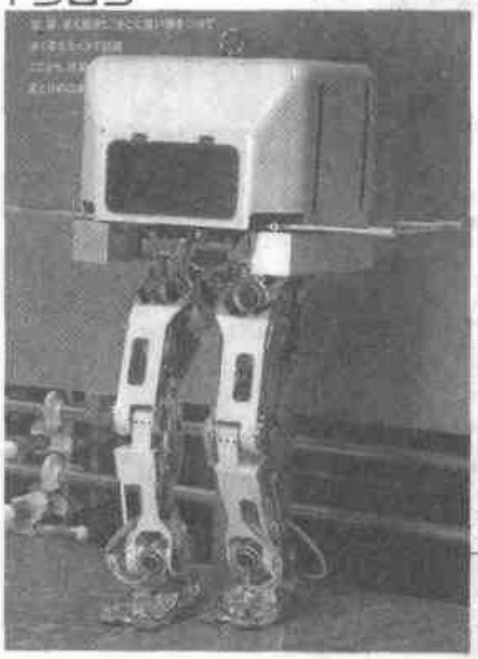
E2

身高：132cm
重量：67.7kg

经过 6 年完成基本步行技术，接下来着手开发上半身的样机。

只有 E0 型为静步行，E1 到 E6 是动步行的试验机。借鉴动物或模仿自己的步伐等试验了各种各样的脚，最终完成 E5 型的动步行技术。腿上装载的是计算机和预加的上半身平衡重。

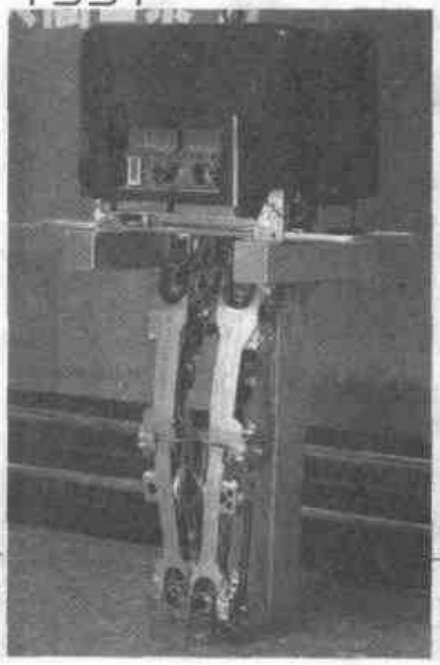
1989



E3

身高：136.3cm
重量：86kg

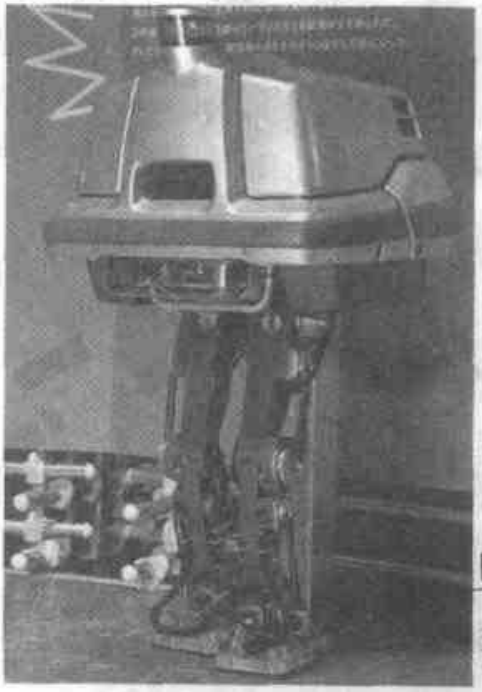
1991



E4

身高：159.5cm
重量：150kg

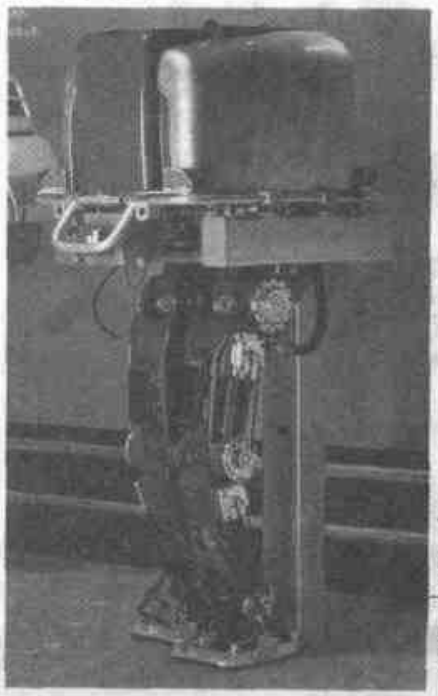
1992



E5

身高：173cm
重量：150kg

1993

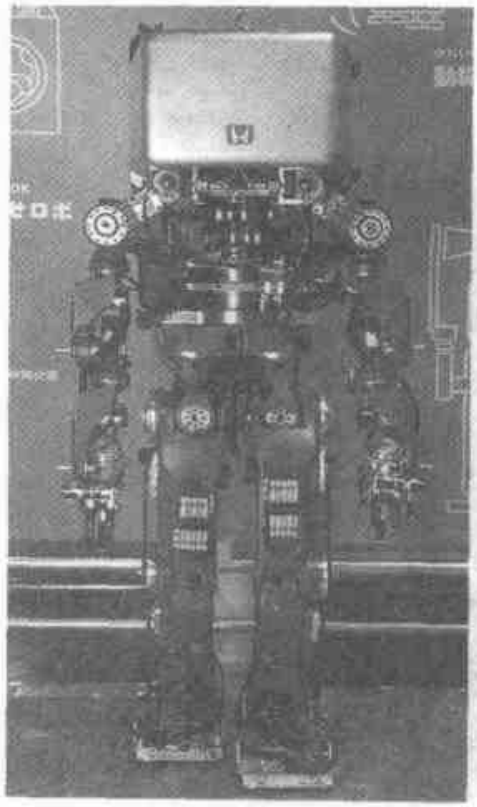


E6

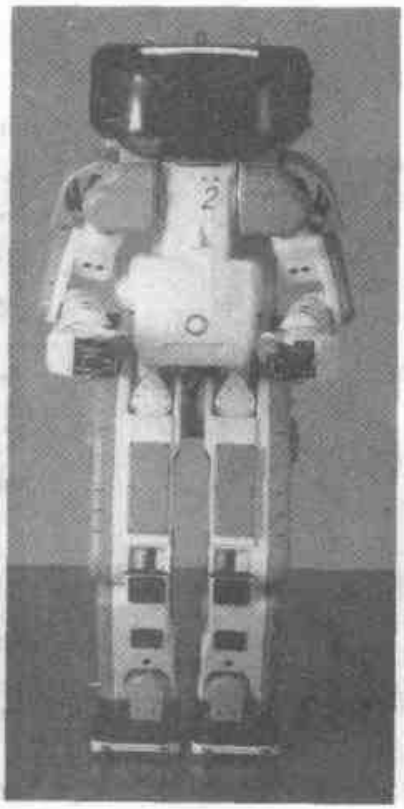
身高：174.3cm
重量：150kg

■ P 系列

在完成步行技术的基础上，将 E 系列追加宇宙人形态的上半身，取 Prototype 的头一个字母称其为 P 系列。



1993

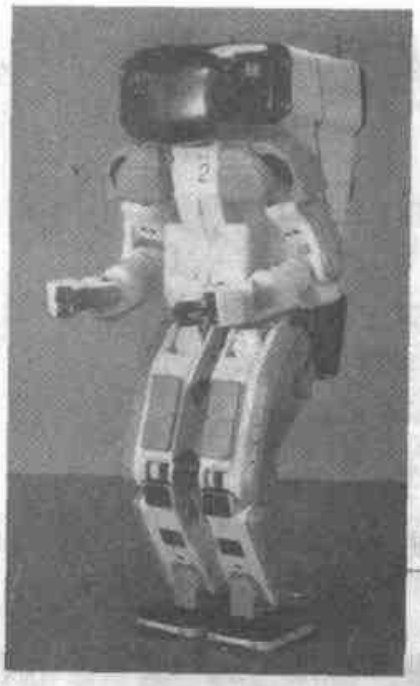


1996



P1

身高：191.5cm
重量：175kg



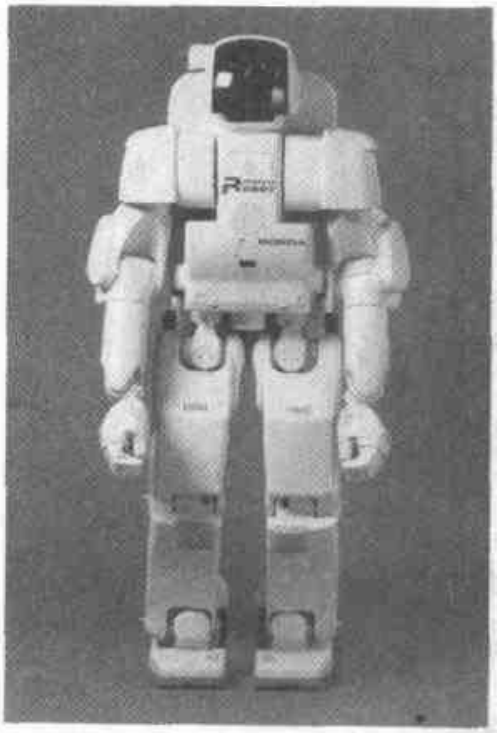
P2

身高：182cm
重量：210kg

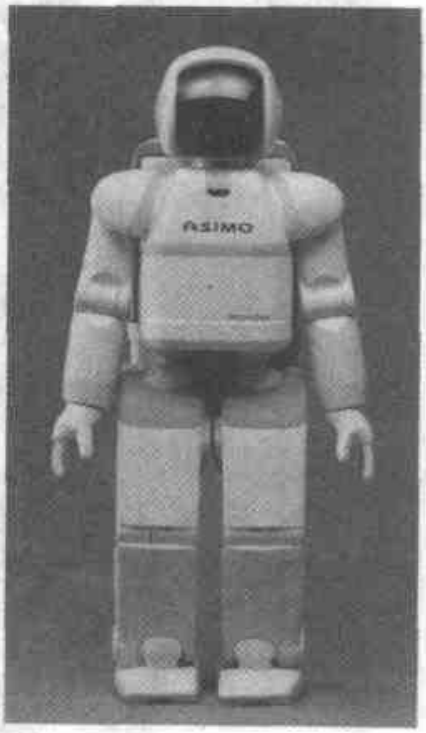
从样机到与人共存的现实中的仿人形机器人。

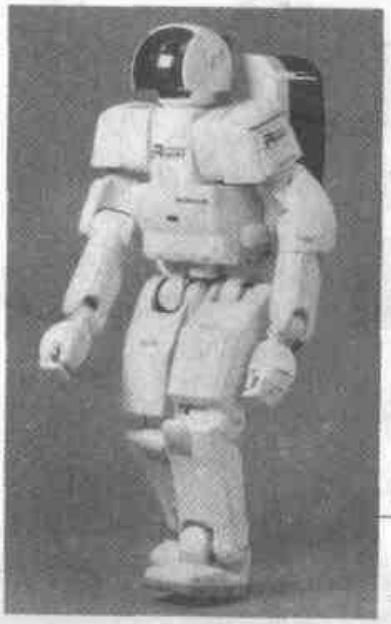
完成基本技术后进入了开发上半身样机的试制工作。P 系列是以与人具有同样生活空间且共存为目标而进行的轻巧化的过程。与 P1 比较，其身高只有 ASIMO 的三分之二、体重只有四分之一。同时，意识到与人交流的必要性，其外形和手也趋于完美。尚未取名的 ASIMO 开始用于商业，通过机械手和人工智能的开发以及在确保安全的前提下，继续小型轻量化等方面的努力，可以预见下一个更先进的新型机器人。创造"阿童木"只是实现本田梦想的开始。

1997



2000

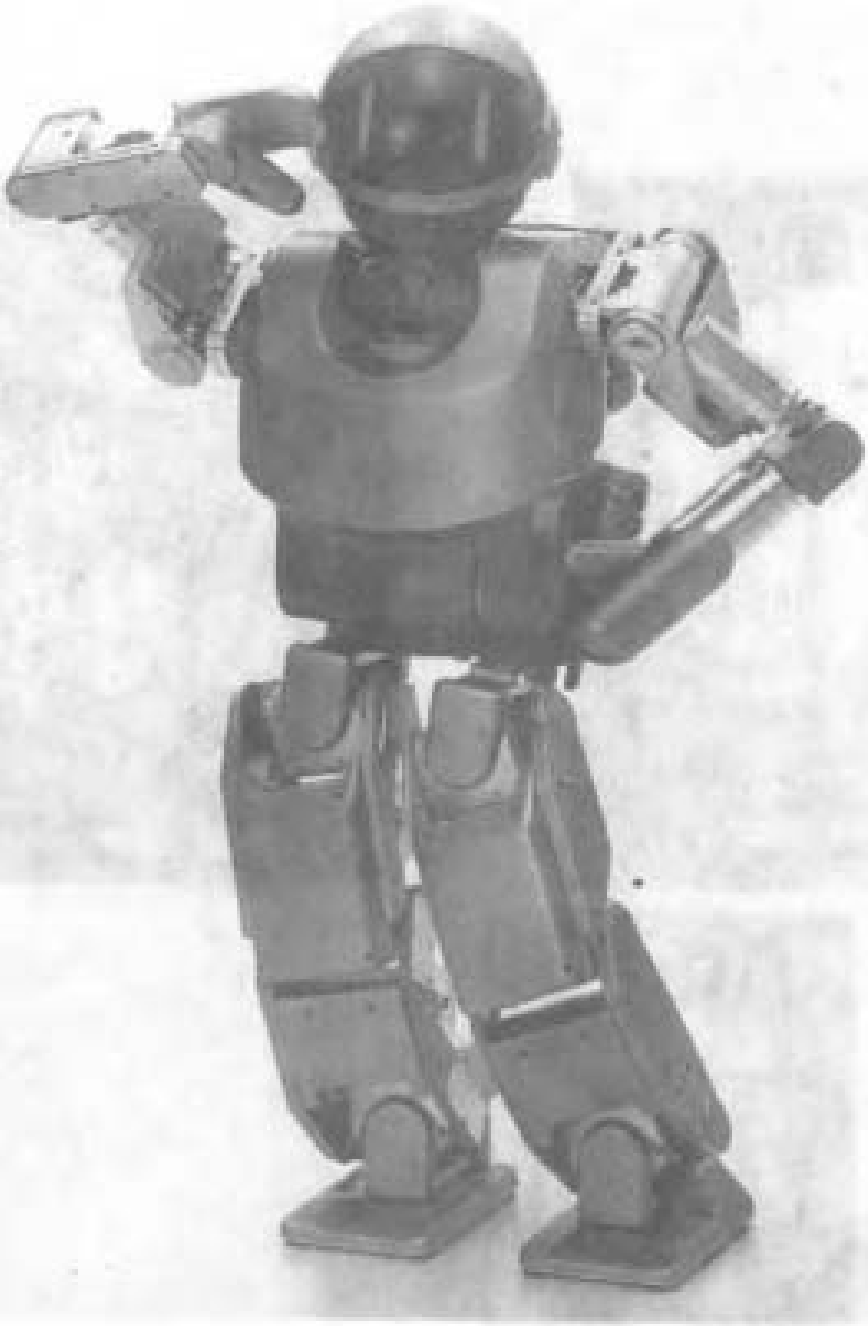




P3

身高：160cm
重量：130kg

SDR-3X(索尼)



SDR-3X

身高：50cm
重量：5kg
自由度：24
步行速度：最高0.9km/h

SDR-3X



AIBO的样品戴着头盔，看不出表情，其纵向带状的LED在闪烁。





为了扩大手腕的活动范围，肩关节完全移出胴体外。从形状可以看出轻量化的痕迹。



设计髋关节活动范围的设计。两腿可回转90°（腿开度）。



蓄电池和控制用微机放在后背上，因腰部有两个自由度，所以把它分成两部分。





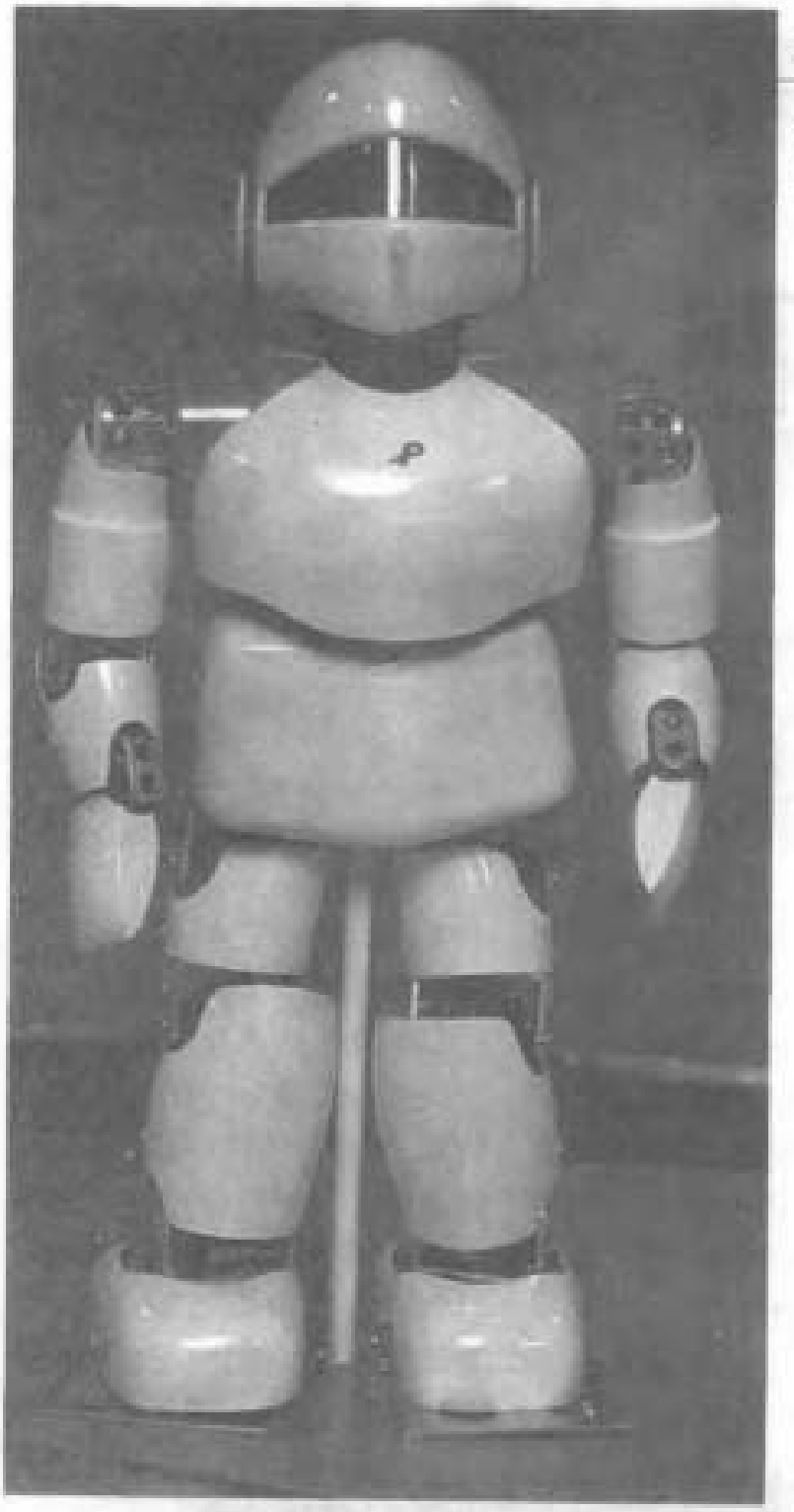
利用腰和髋关节的柔软性可作劈腿动作。体操表演也成为热门话题。



屈腿正座时，将髋关节下部的零件设计为重叠的形式。

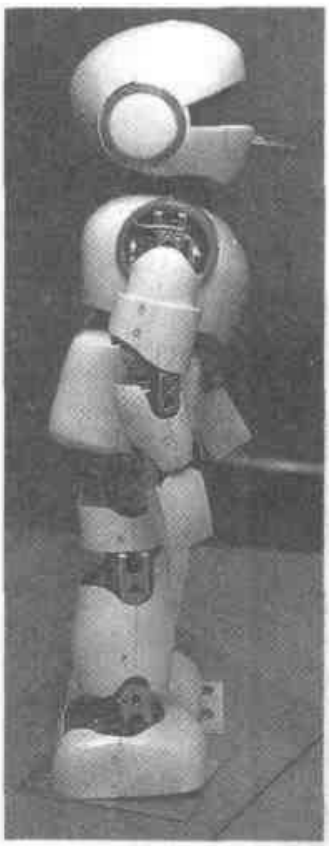
在AIBO品牌中，以娱乐机器人开拓新市场的索尼(SONY)公司，正悄悄地进行仿人形机器人的研究。搭载的控制计算机和软件是从AIBO中借用并加以改造的，因此又称其为两腿的AIBO。为充分表现其娱乐性，动作范围大、节奏快是它的特点。它是靠各个关节的形状和新开发的并行驱动来实现的，前者利用的是完全暴露的具有两个自由度的臂和腿及腰关节，后者利用的是并行驱动控制用微机和减速用齿轮箱为一体化的单元。一体化的单元准备了三种驱动力矩，根据不同部位选用规格化产品，足以用于娱乐。该种机器人在发布展示会上可以表演体操和零散的舞蹈。臂和腿的屈伸充分显示了其"身体的柔软性"，加快全身的节奏并保持平衡的舞蹈动作展示了演员的气度，尽显"索尼风范"。当然它也具有步行的功能，它那屈膝降低重心走路的样子，与本田造的仿人形机器人有不同的风格。但是，自从公布SDR-3X以后就再没有在媒体上报道过相关消息。

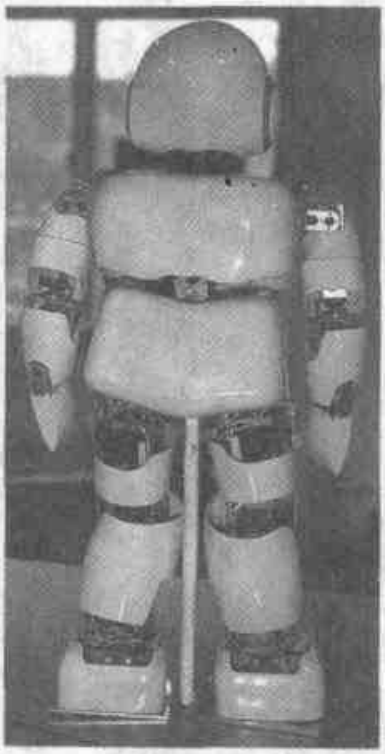
PINO(ERATO 北野共生系统企画)



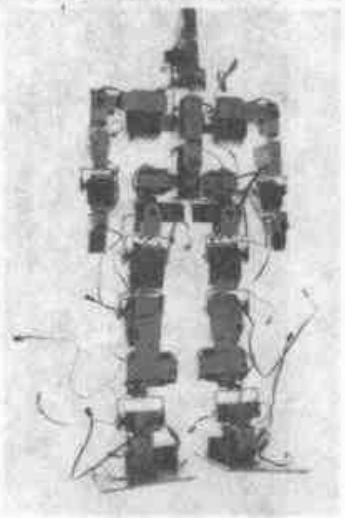
PINO

身高：70cm
重量：4.5kg
自由度：26





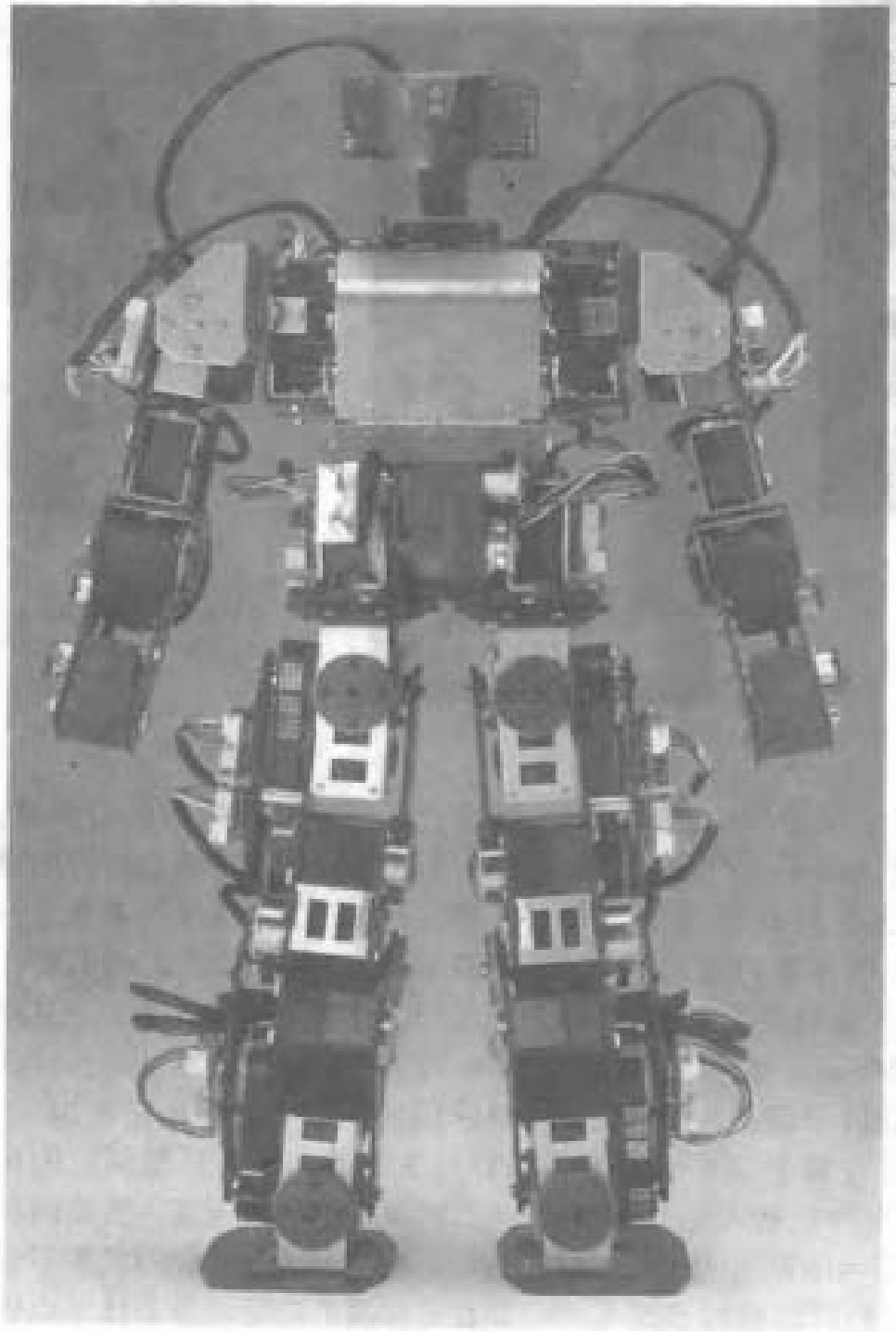




PINO的所有零部件均可在秋叶原买到。结构也极简单。马达是无线电控制的伺服马达。

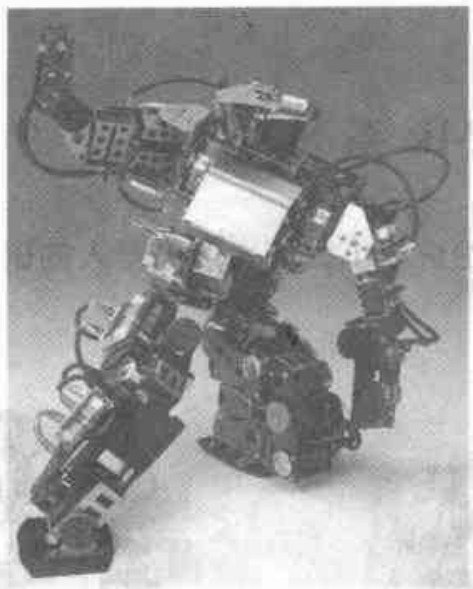
PINO 机器人是由以机器人模型为主,生产机器人的相关产品而闻名的北野宏明先生主持的"北野共生系统企画"开发的仿人形机器人。一说起仿人形机器人就觉得复杂而昂贵,不过 PINO 没有特别之处,其所有部件都可在日本的秋叶原买到。因其结构简单,所以可作为廉价的研究平台。当初开发双足步行机器人十分困难,其大小和模样都与刚迈步的小孩一样只能迈上几步,但其后经过改进和学习已日趋完善。在这个项目中,聘用专业设计师松井龙哉先生对 PINO 进行设计。开发过程中积极交换意见,机构的外包装和简捷的设计均取得了丰硕成果。在国际现代美术展览会上的表演和 NY 近代美术馆的机器人展览,以及与宇多田光在 PV 上的共演等中作为个性产品受到欢迎。从尖尖的鼻子和名字中可以看出它是以"匹诺曹"为主题的。从事开发研究的相关人员就像是给木偶人注入生命的玩具大师。2001 年末,PINO 的说明书以硬件和软件两个方面的基本技术向世人公开了,对仿人形机器人感兴趣的人都跃跃欲试想当玩具大师。

morph(ERATO 北野共生系统企画)



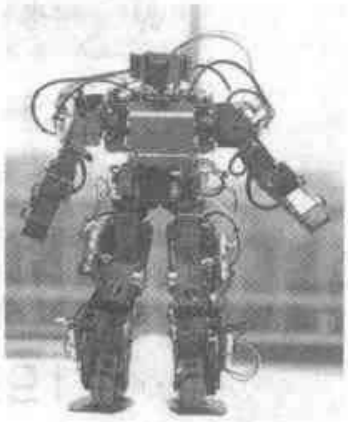
morph

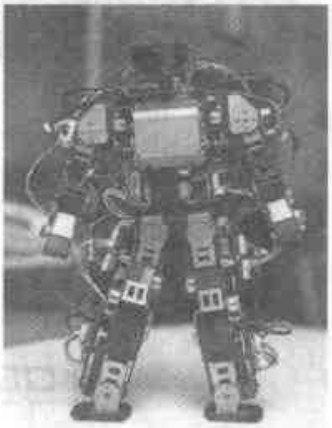
身高：34cm
重量：2kg
自由度：26





经过精心设计，手脚的自由度有所增加，而且又增加了腰关节，从而可以实现各种各样的停姿和动作。







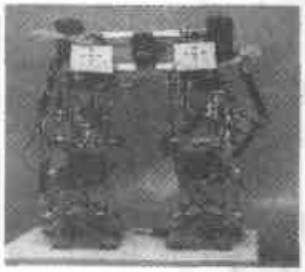


由于采用了碳素纤维材料所以其基本框架十分轻巧。其外部零件只有红色和银色两种。从电缆的尺寸可知道其全身的大小。

下面介绍原青山学院大学工学院的 Mk 系列开发之父古田贵之调入 ERATO 北野共生系统企画后开发的小型仿人形机器人。单纯的步行似乎已过时，目前正在开发避免摔倒和摔倒后能复原，既可实现多种动作又能作为试验平台的机器人。通过装配精密的零部件，可以使关节自由度大幅增加，又借助产生爆发力的独自的控制方式，可让你领略从未见过的动作速度。目前可表演空手的正拳出击、高举踢腿、转身、拧腰瞬间两臂前后摆动、倒立状态下的转身、瞬间释放全身的驱动绳索等。体内的网络可以在 1 毫秒内发出指令，这种极细微的控制是转换器(morph)动作的秘密。另外，控制用 PC 和信息交换采用了最新的无线标准——蓝牙(bluetooth)，可同时控制 7 台转换器的变换，如果逆向驱动关节则可以倒退。在做出科幻小说(SF)和音乐舞蹈中的姿态的同时把卷曲的身躯向上伸展的动作极为优美。今后，如果搭载视觉系统，则可以使其在凹凸不平的路上行走，即进一步强化步行能力。

青山学院大学 Mk 系列

不只是索尼和本田，最近许多大学也开始进行小型仿人形机器人的研究和开发。其发展过程如下！



Mk.1

Mk.1机器人是为了验证步行理论而开发的，成功地实施了动步行试验。

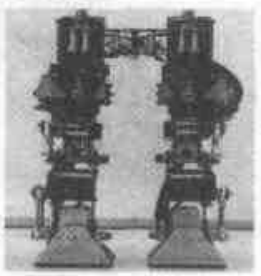
……1997



Mk.2

Mk.2是在Mk.1的基础上增加上半身和两臂的机器人，其身长几乎与腿长差不多，靠肩和肘关节的伺服马达带动臂活动。

……1998

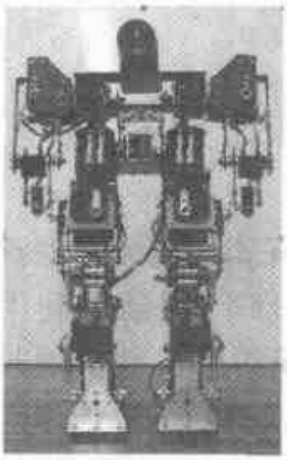


Mk.3

Mk.3加载了可变换步行速度和能左右转弯并回避障碍物的新步行技术的机型。体内设置网络的构思也是在这个时候形成的。

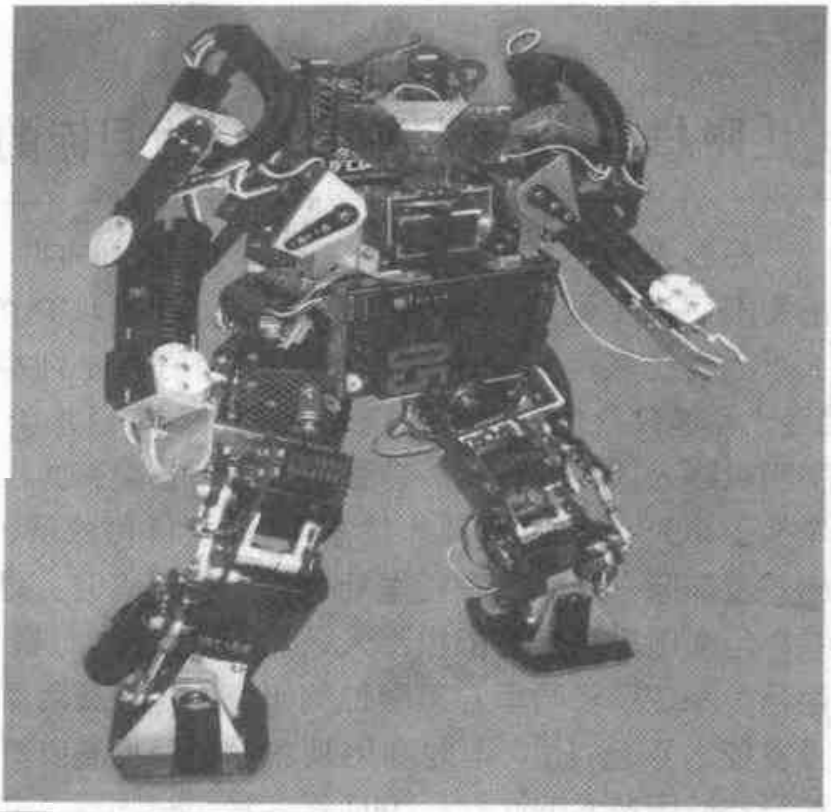
……1998

本田公司开发仿人形机器人的投资已过亿元(可能更多)。如索尼所说的那样"SDR-3X 的售价相当于轿车的价格"，机器人尤其是仿人形机器人的开发需要很多资金。因此在机器人的开发领域里企业比大学要占优势(是否赚钱另当别论)。不过在这里介绍的仿人形机器人 Mk 系列是青山学院大学工学部富山教授研究室开发的机器人。在小型仿人形机器人领域里，从文字上就可以反映其水平的高低。这个研究所把机器人作为系统工程的代表产品开始研制。计划中的最初成果 Mk.5 型的身高为 35cm、体重为 1.9kg，能够步行，其研制费只有数十万日元，实现了很好的性价比。在企业中则把市场上出售的控制用伺服马达安装于碳素纤维骨架中，全身的各个关节处安装专用的控制器，并用网络连接，因此可实现高速控制和快速反应，这一独特的方法是它的特点。所使用的专用控制器也是通过低价格商品改造而成的。古田贵之先生在该研究室任助教时期曾开发了 Mk 系列，而现在作为 ERATO 北野共生系统企画研究员，则是主管 morph 开发的年轻的机器人工程师。他在少儿时代看动画时就曾立志"长大后要当制作机器人的博士"，从 Mk.5 的造型中也能看到受其儿时梦想影响的影子。



Mk.4

Mk.4是在Mk.3小型化的基础上追加了上半身。与Mk.3型一样，可回转、可改变动步行速度，并搭载了视觉等各种传感器及人工智能(AI)。



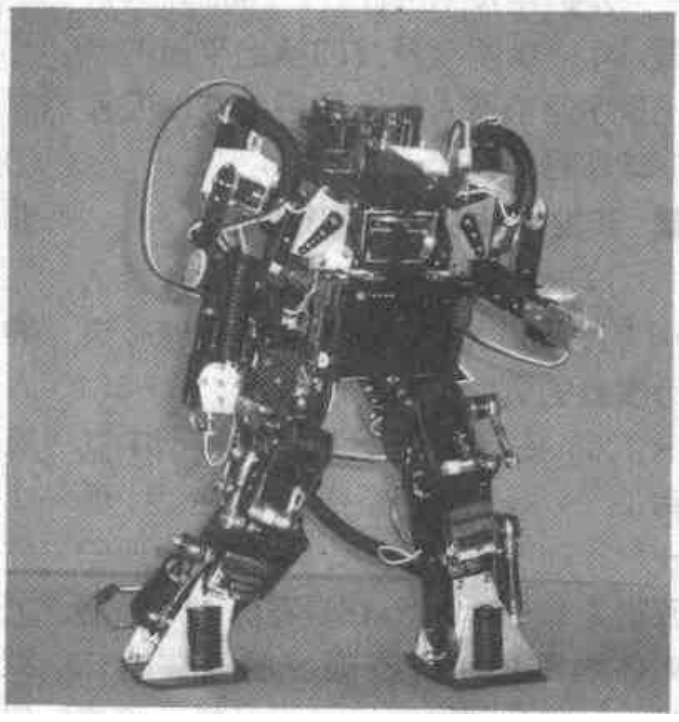


Mk.4改

肩部的上方搭载摄像机，体内布设网络。搭载了蓄电池、靠绳索驱动可实现三维步行。实现视觉与运动功能的配合。







Mk.5

Mk系列的完成型。搭载视觉系统和专用集成电路的体内网络，可实现各种各样的步行模式。在机器人杯（RoboCup）展示中演示其步行方法。

1998 ~ 1999 ····· 1999

[附栏 1]以与人和谐共存为目标的 HRP 项目全貌

在仿人形机器人开发研究中，本田和索尼等民间活动格外引人瞩目，实际上官民共同开发研究也在进行。“与人和谐共存型机器人系统”又称为宇宙机器人项目(HRP)。由原通产省牵头于 1998 年启动的 5 年计划中，提出开发在同一个生活空间里与人和谐共存且能做复杂作业的机器人系统的目标。制定了前两年为基础性的研究开发技术平台，后 3 年为利用技术平台开发应用技术的计划。2002 年为最后一年。前两年开发的基础平台的产品是宇宙机器人和远程控制器以及模拟软件等 3 种。

■ 开发自主的仿人形机器人

HRP-1 是本田在仿人形机器人 P3 的基础上以轻量化为目标稍微进行改造的机型。从本田购入 3 台 P3(1 台 1000 多万日元)，因此 HRP 型中就有 3 台 HRP-1。原 P3 为白色，而 HRP-1 则改成了黄色。HRP-1 型现已改进为 HRP-1S 型，它是在仿人形机器人体内搭载新开发的控制软件的样机。把它理解为微机中的操作系统或基本输入输出系统(BIOS:Basic Input Output System)的改进软件也无妨。HRP-1S 可实现在 HRP-1 中无法实现的臂和腿的同时动作以及一脚抬起独腿站立等高难度动作。可以说 HRP-1 是在本田的硬件上安装了本田的软件，而 HRP-1S 则是在本田的硬件上安装了 HRP 的软件。HRP 目前正利用在开发 HRP 1S 中获得的关键技术对 HRP-2 型进行开发，这就是说硬件也要重新开发。其下半身已在 2001 年 11 月公开，其特点是腿和胴体的接合部错位。腿关节的连接部位不是两点支撑，而是一点偏置支撑结构。好比是竞赛用摩托车后轮采用的结构。具有提高维护性和确保两腿之间的活动空间等特点。

HRP-1S 和 HRP-2 的应用范围极广，其中包括①原子能发电厂的维护，②建筑工地的室外作业，③监护等服务业，④警卫等楼厅管理服务，⑤工程及灾害现场的重型机械操作以及工程车辆的代操作等 5 个领域。只要有了仿人形机器人，不用改变当前的工具和环境就可使用仿人形机器人进行工作。比如在①的情况下保持原有的设施条件下人无法进入的场所中使用，③的情况下仿人形机器人会给被监护人带来安全感，④的情况下家庭和办公室不必再改造，⑤是现场已有重型机械的情况下，只需搬来可操作重型机械的仿人形机器人即可，从而增加机动性。

这看起来是单纯的作业，但在工厂检修操作控制、确保人的安全性以及根据声音和影像交流信息等领域中得到广泛的应用。仿人形机器人是能

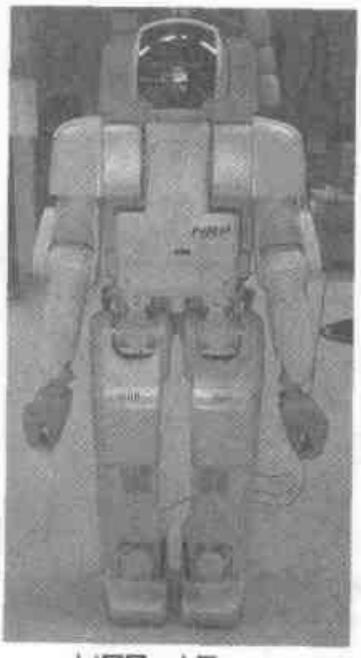
承担这种任务的"超人"。

■ 操纵仿人形机器人

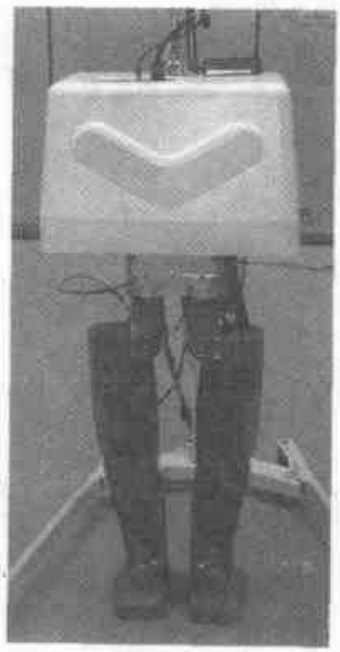
作为第二技术平台的远距离控制器，是控制仿人形机器人的装置。上面涉及到的 5 个领域主要用遥控器对仿人形机器人进行控制。该控制器是传递其指令所需要的界面。

最大的课题莫过于"超级操纵器"。在站立的状态下把腰固定在薄板上，手臂上备有传递手动作指令的机构。如果臂上的主动杆机构侧的手动作，则可带动相应的从动杆机构侧的手动作。这样，就可以像操纵自己的手一样操纵仿人形机器人的手。手动作的详细情况可通过保护罩内的 3D 来观察，除此之外有并排的数台巨大的监视器，可以边观察边进行操作。通过鼠标也可以发出行进方向的命令，如果腰中装有仿人形机器人独有的反馈装置，则可再现步行中的振动情况。其眼睛仍然是动画中的机器人的风格，这只不过是系统中的一种功能而已。

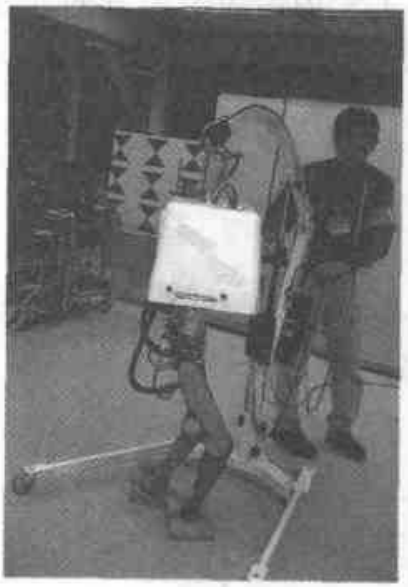
除超级控制器以外，高精度的主从机械手、网络窥视机器人、在 TCP/IP 协议中加入机器人指令等研究也正在进行中。



HRP-1S



HRP-2





2000年4月公开的本田P3改进型被染成了鲜艳的黄色。外观上的不同之处只限于头部后面的接口界面。



最后一年要完成的HRP型。下半身很有特色，采访时尚未完成上半身，所以只公开了下半身。



万能模拟试验机

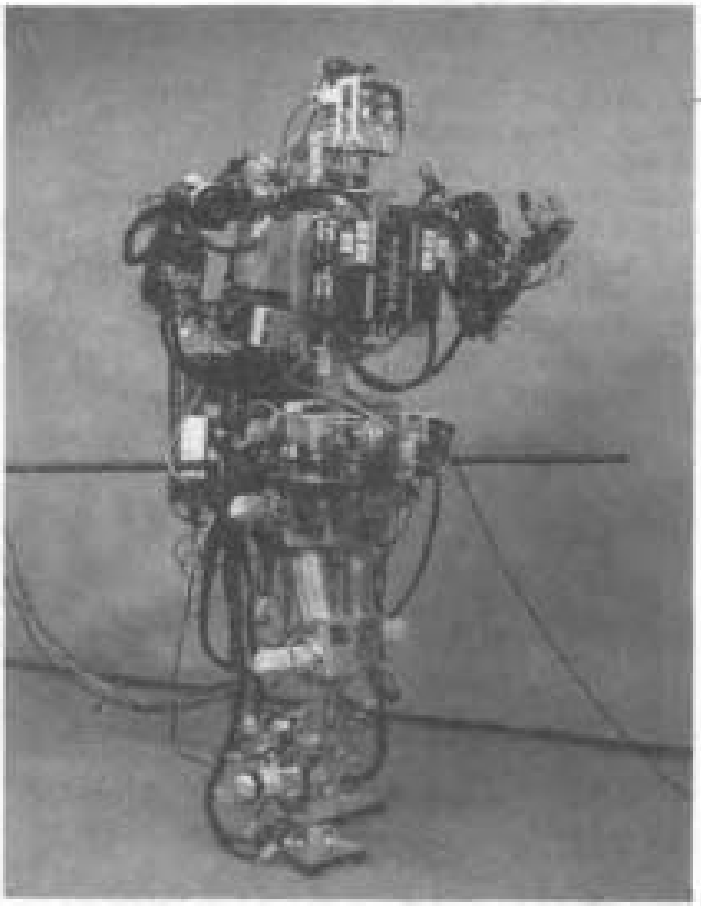
第三技术平台是模拟试验软件，这对零敲碎打地开发仿人形机器人的现状具有重要的意义。能精确的再现物理条件的模拟机的开发，区别于实际仿人形机器人的制作，它能够开发出控制仿人形机器人的算法和命令等。比如考虑人的安全性，做验证跌倒时的驱动性实验时，不需用实际的机器人来做跌倒试验，可以用模拟机反复进行跌倒试验。另外，用模拟机开发的各种算法和指令等技术可作为共享资源进行公开，由于基础部分的设计是统一的，因此可投入更多的精力和资金对更先进的领域进行开发研究。

在 HRP 中开发了改进的模拟机，因为 HRP-1S 和 HRP-2 在二进制中具有互换性，所以在模拟机中验证的数据可直接写入仿人形机器人中（这之前由于宇宙人与模拟机之间没有互换性，因此需要做转换处理）。

★

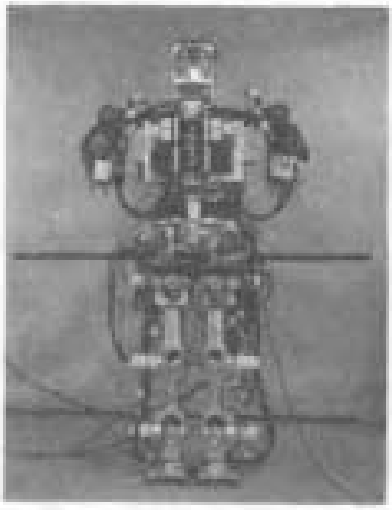
虽然 HRP 的计划到 2002 年结束，而且已公开了许多研究成果，但尚需以此为基础进行进一步开发，根据需求改善规模生产化的环境——这不仅是 HRP 研究者而且也是我们共同的希望。

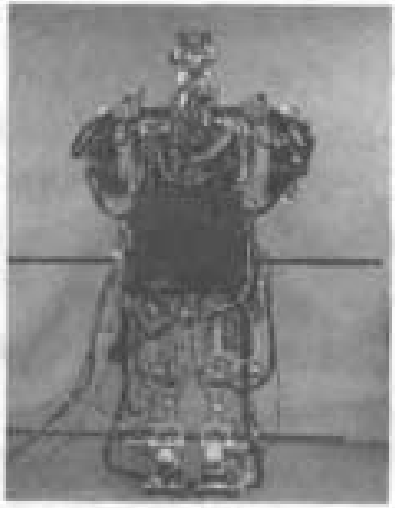
WABIAN-RIV（早稻田大学 HUMANOID 研究所/高西研究室）

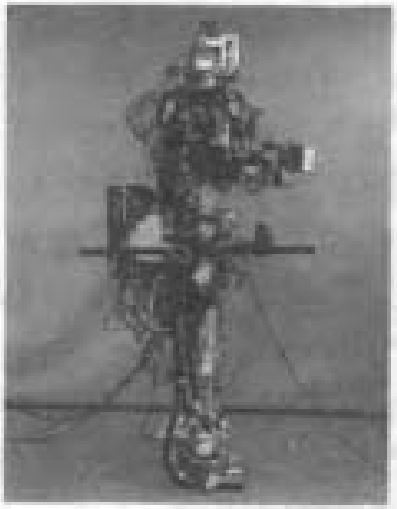


WABIAN-RIV

身高：189cm
重量：131.4kg
自由度：43
步行速度：最高1.125km/h







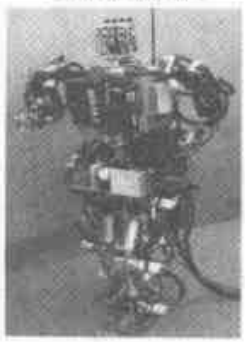
WABIAN 系列

早稻田大学 HUMANOID 研究所的最新仿人形机器人因增多了活动部分所以可做多彩的动作！这就是 WABOT 的改进型！



WABIAN

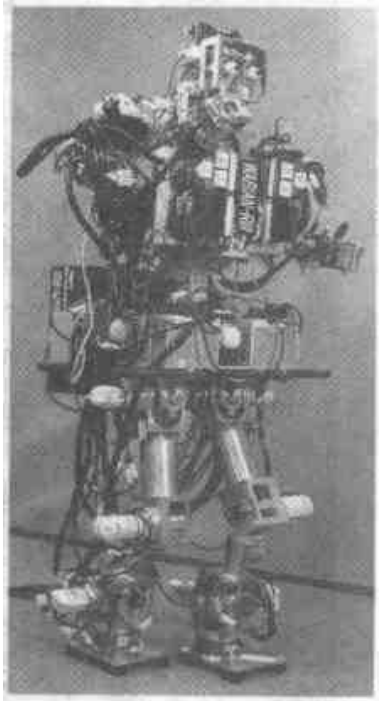
1996年开发的第一代WABIAN已经实现了跳舞和手推走路等动作。次年又开发了进一步提高身体机能的WABIAN-R，然后加强各种传感器的功能，从而开发了可表达感情的WABIAN-RⅡ型，接着对脚掌进行改进开发了可做多种步行姿势的WABIAN-RⅢ型。通过照片可以看到改进的过程。



WABIAN-R



WABIAN-R Ⅱ



WABIAN-R Ⅲ

HUMANOID 研究所的心身整合机构研究组继承双足步行的 WL 系列，继续开发追加上半身的仿人形机器人（这个组的高西研究室正协助开发索尼的 SDR-3X）。自从 1996 年第一代 WABIAN 问世以来，每年都在对其进行改进，最新型的就是 WABIAN R-Ⅳ（因在同一个机体上进行改进，所以实际上只留下一台）。WABIAN 系列的可动部分多，第一代有 35 个自由度，最新样机 WABIAN-RⅣ中已有 43 个自由度。具体为脚 6×2、手腕 7×2、手 3×?、腰部 3、头 4、眼睛 2×2。该机器人是世界上自由度最多的仿人形机器人。驱动可动部分可使其推车步行和作表情动作，以及跟随指挥棒跳舞等，并且可以用全身的动作表现喜、哀等感情。WABIAN-RⅣ可识别图像和声音，也可与人交流。因下半身的步幅还不够大只有 15cm，所以迈一步约需 0.96 秒。第一代的 WABIAN 脚的自由度只有 3 个，并且体重很重，最新样机的自由度增加到 6 个，且因改进了脚掌的传感器形状和控制方式，所以可在稍微凸凹不平的路面上行走，也能做更复杂的动作。

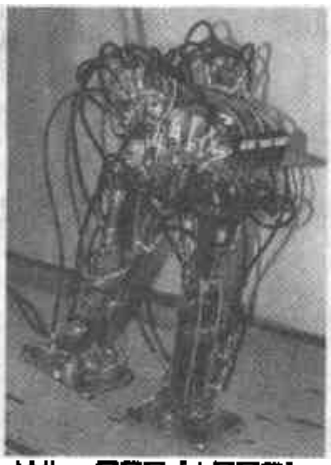
WASEDA ROBOT since1964

世界上最先开发与人一样大的仿人形机器人的早稻田大学开发仿人形机器人的历程。



WL-5 [1971]

双足步行的机器人相当于第三代机器人。每一个脚由11个自由度和移动重心所需的1个自由度构成。可实现静步行。



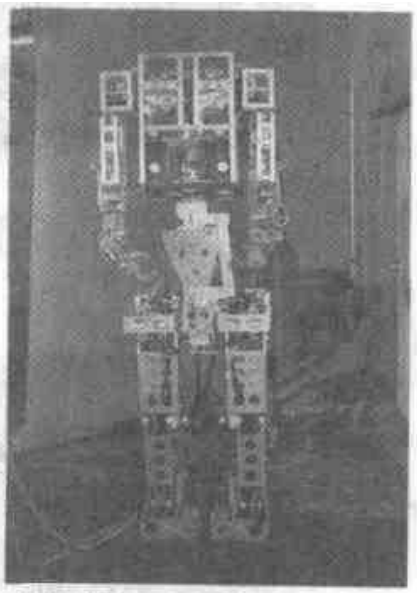
WL-9DR [1980]

省略了重心移动部分，只移动脚，实现了世界上最早的准动步行（介于静步行和动步行之间）的机器人。



WL-10RD [1984]

实现完全动步行的机器人。不过迈一步尚需1.3秒。也可上、下台阶。



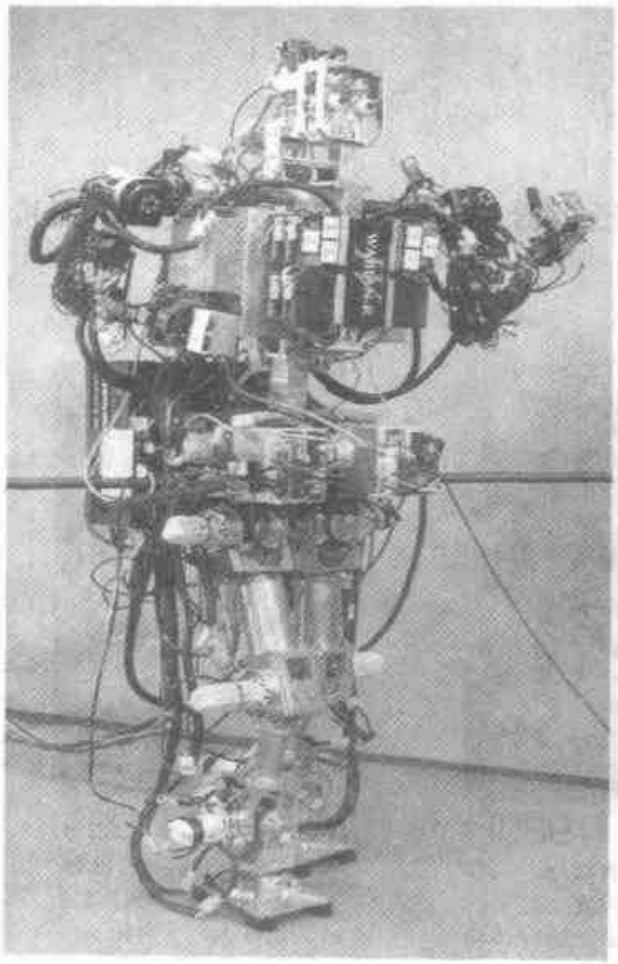
WABOT-1 [1973]

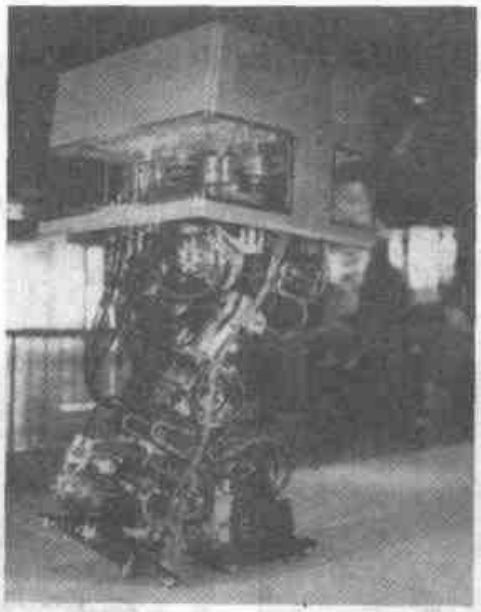
世界上最早开发和人一样大的机器人。可实现双足静步行。通过视觉和听觉可识别人所在的方位。



WABOT-2 [1984]

在科学博览会上演奏电子琴的机器人。头部的摄像机可识别乐谱，并能用两手和两脚进行演奏。



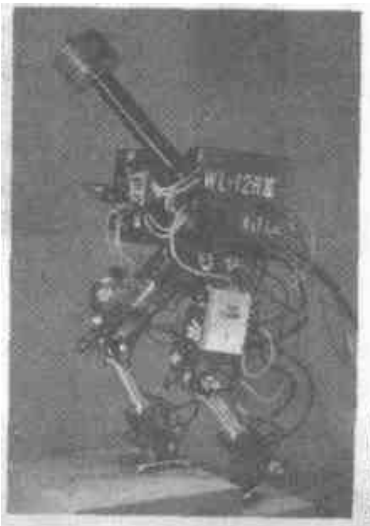


WHL-11 (1985)



WASBOT (1985)

WHL-11以WL-10R为基础，除电源以外全部实施一体化，由日立制作所开发；WASBOT是把WABOT-2的维修性能增强化的样机，由住友电器工业开发，保留了其演奏功能。以上两种样机均在1985年筑波万博会上公开展示。



WL-12RL (1985)

搭载前后摇摆的摆锤，靠摆锤的摇摆移动重心步行。采用新的步行方式实现了稳定的步行。

早稻田大学在已故加藤教授的领导下，从20世纪60年代开始开发双足步行机器人，可以说是这个领域里的先驱。本田的仿人形机器人以其漂亮的双足步行炫耀于世，但是早稻田大学很早以前就掌握有关步行的基本技术。这里只介绍了其中的一部分，除此之外还有很多种机器人有待长年研究开发。上页的4种是最初的静步行机器人、最初的准动步行机器人、最初的动步行机器人和最初的仿人形机器人，不管哪一种都是发展中的里程碑。1984年以后，开始进行提高稳定性、提高步行速度、追加上半身的仿人形机器人等方面的开发，向WABIAN过渡发展。

早稻田大学 HUMANOID 研究所

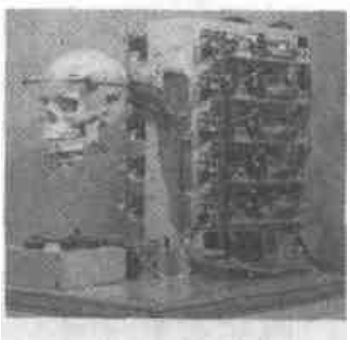
早稻田大学 HUMANOID 研究所研究开发了丰富多彩的机器人。在这里介绍一部分适应多种需求的不同种类机器人。

HUMANOID 研究所是在该大学甚至在日本机器人研究领域中称为机器人之父的已故教授加藤一郎于 20 世纪 70 年代作为交叉学科对 WABOT 课题进行研究开发逐步发展起来的，于 2000 年正式成立。大学的研究室是按学科和专业分别设置的，在这种组织形式下可进行有效的研究。但是，由于机器人是机械、电器、电子、计算机等很多工科领域里的多门综合技术，而且仿人形机器人（宇宙人）还与生物学、社会学、心理学等很多领域相关，因此，需要采取有利于多个研究室协同研究的组织形式。目前以工科方面的研究为主，由 6 个专业研究室分别开发研究，其中包括视觉和感官界面的人机协调及环境方面的虚拟试验等基础研究、机器人网络技术研究、与人交流的高层次交流及知觉信息系统的研究、仿人形机器人的脑和体的整合机构研究、与人共存型机器人的开发研究、安全性和感性以及智能机械学研究等。



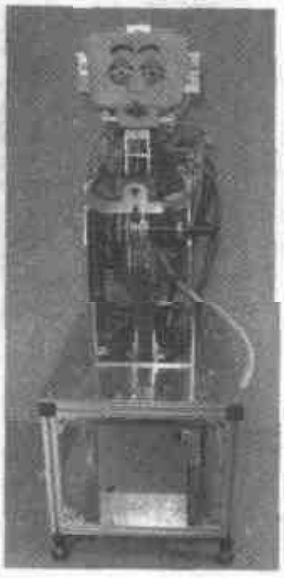
WF-3RV Ⅲ
智能型长笛演奏机器人

以音乐交流为目的而开发的长笛演奏机器人。从工学角度分析长笛演奏的机理，可用M-D操纵。

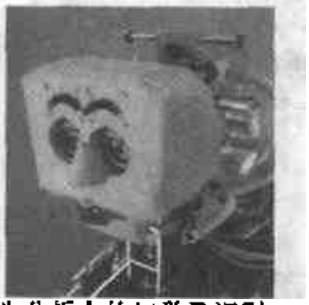


WD-1R
咀嚼机器人

分析人颌骨的复杂动作，为再现咀嚼运动而开发的机器人。此外还开发了齿科医疗机器人。

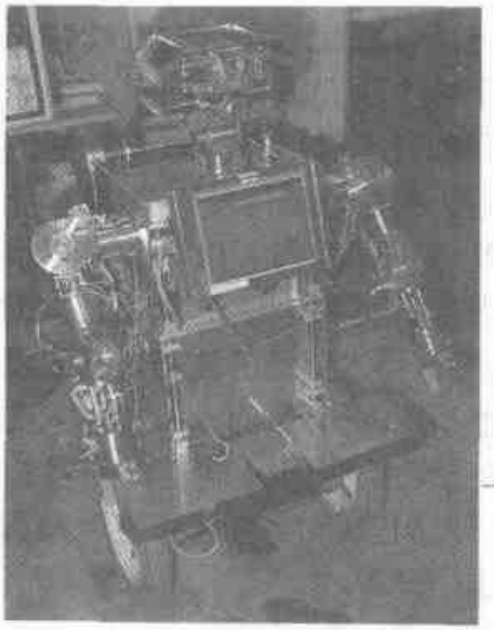


WE-3RV
表现情感的机器人



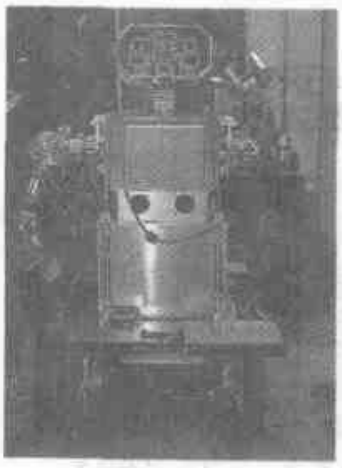
为分析人的知觉及识别功能而开发的机器人。搭载视觉、听觉、触觉传感器，可表现包括颜色变化在内的10多种表情。

WAMOEBA-2Ri(早稻田大学 HUMANOID 研究所/菅野研究室)



WAMOEBA-2RI

身高：138cm
重量：约130kg
自由度：17
最大速度：3.5km/h



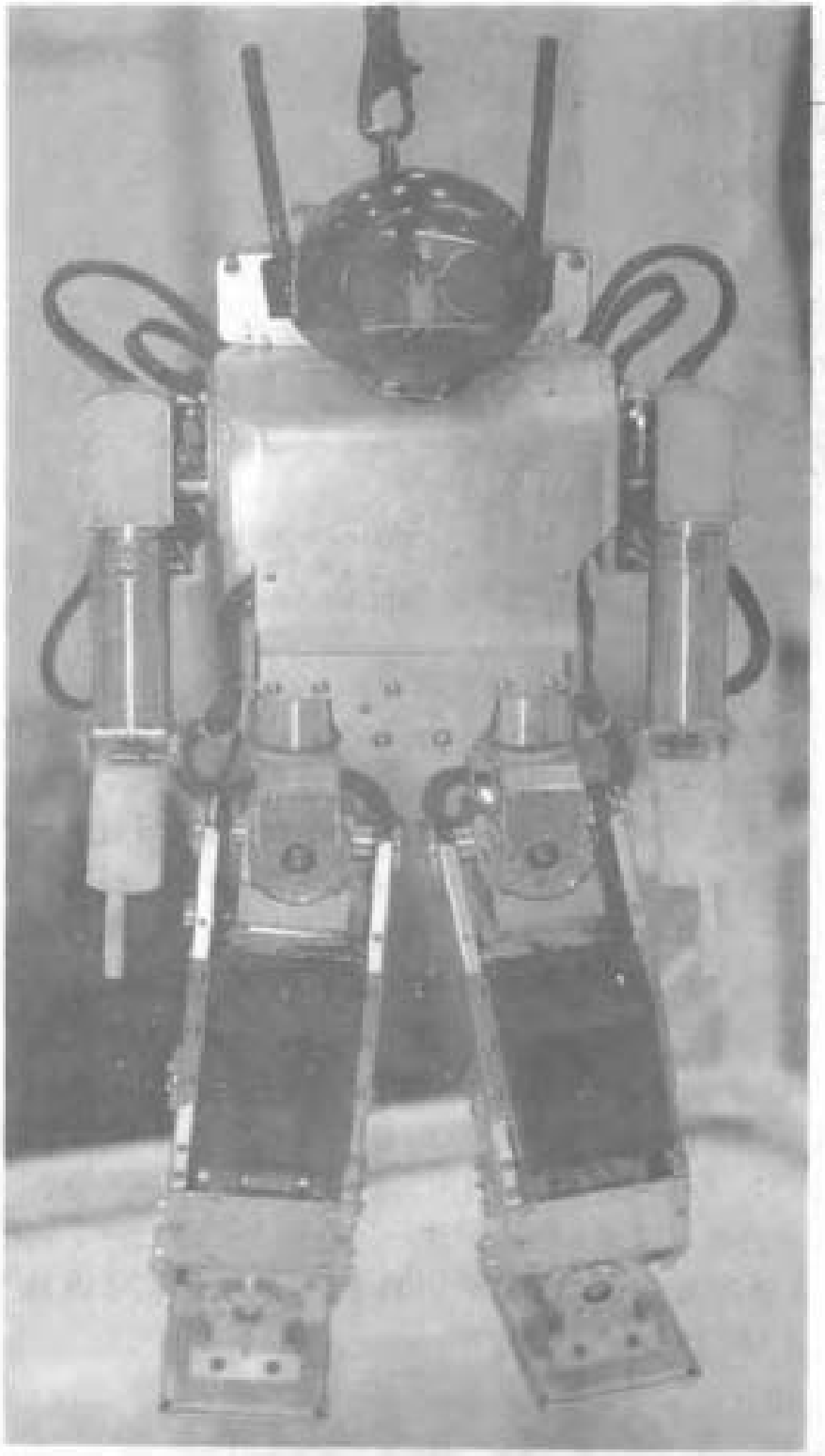




从1993年开始开发到目前为止已是第三代了。最新的样机2R型已追加头部和手腕的动作。

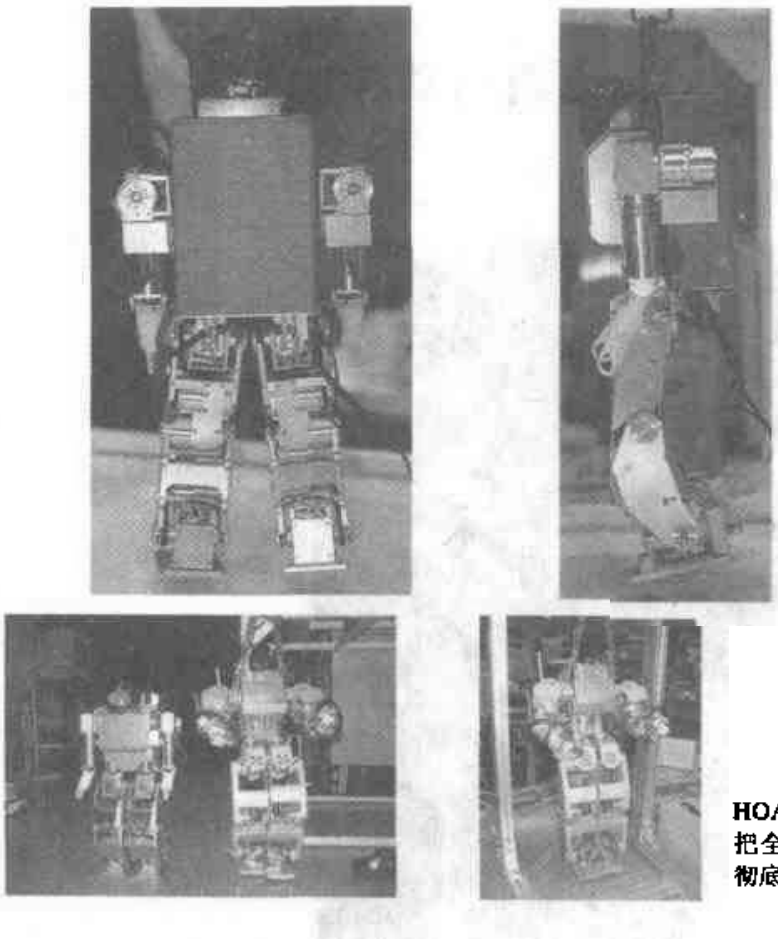
这里介绍的是 HUMANOID 研究所开发的众多机器人中的一部分。这些机器人可以从不同的角度模仿人的功能。虽然是局部的研究，但这是开发仿人形机器人的基础。这个研究所以人机交互方面的研究为主（其中 WAMOEBA 已追加智能和情感功能），以进一步提高人机交互能力为目标进行研究和开发。例如在轮椅上搭载上半身的 WAMOEBA 中附加识别声音和图像的能力，以及人触摸手和头部时能够作顺从反应动作等。“早稻田的阿米巴”，意味着智能和功能如同阿米巴增殖一样快。

HOAP-1(富士通自动控制)



HOAP-1

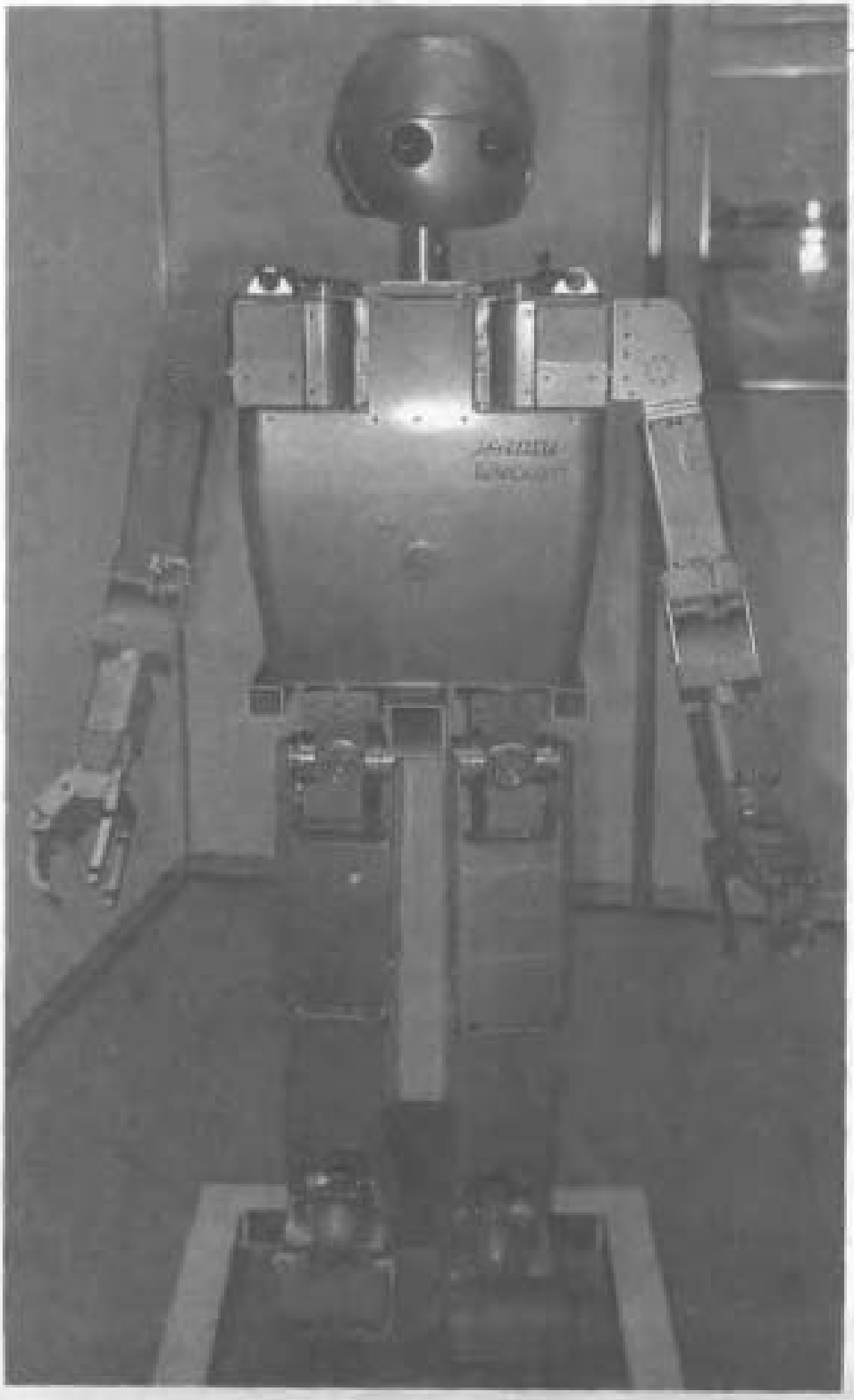
身高：48cm
重量：6kg
自由度：20
价格：5 750 000日元(校前)



HOAP-1原型的样机。HOAP-1是把全身缀有繁杂零部件的试验机彻底改造成经济型的机器人。

世界上最先出售仿人形机器人的富士通研究所，针对前面提到的仿人形机器人计划，开始开发验证模拟动作用仿人形机器人。用于验证模拟动作而制作的样机只有一台，并且使用了很多高价的零部件，其制作费高达2000万日元。在确保功能的前提下采用一般零部件等措施降低了成本，使其制作费降低到575万日元（包括控制用PC等）。常作为步行技术和开发仿人形机器人的技术平台出售。其最大的特点是能够控制全身的接口网络。原PC用普通接口（USB：Universal Serial Bus）使用于局域网络，用来连接驱动装置和传感器。从而使PC的控制变得非常简单，当追加新的单元和功能时也只需增加一根电缆即可实现，因此作为开发用可靠的技术平台受到欢迎。另外，富士通除利用物理的力学原理开发的步行方式以外，还附有为分析生物特有的体内节奏而编制的步行程序。如果降低到575万日元的价格，那么除研究用以外的一般用户也可购入。因公开了内部的网络界面信息，故用户也可编制步行程序。

isamu(川田工业)



isamu

身高：146.8cm
重量：55kg
自由度：32
登台阶能力：250mm







富有怀旧感的设计和具有脚尖的步行功能特点的isamu，其胴体和结构利用了航空技术的成果。

在开发仿人形机器人中，大学和企业合作比较好的例子就是 Isamu。大学一方是东京大学的井上-稻叶研究室，企业一方为从事直升飞机修理改造等航空事业的川田工业的一个部门。井上-稻叶研究室为了专注研究开发仿人形机器人的软件，在寻找制作硬件的合作企业时，找到了在开发研究用器材方面颇有业绩的川田工业。利用注重轻材料研究、安全、高精度的航空技术解决相关的技术问题。isamu 在这个时期开发了几台仿人形机器人的最新样机(上述两者在开发 HRP 仿人形机器人中进行过合作)。利用航空技术使用硬铝合金，实现了各部分的轻量化。另外，脚掌的五分之二处做成脚尖实现了一个自由度，这是 isamu 的又一特点。因为有了脚尖，所以步幅有所增加，步速也加快了，也可以上下更高的台阶。从外观上看步行很自然。另外，还有能识别图像的头部摄像机和两手指握力传感器，可用适当的握力抓住东西。控制部分是由 Pentium Ⅲ和 RT-Linux 组合而成的，对 PC 用户来说，至少觉得亲近些。其软件部分是由东京大学开发的。

[附栏 2]伴随着仿人形机器人发展的双足步行技术

本田于 1998 年公布 P2 的时候，以双足步行惊动了世界。“里边藏有人?”这一开玩笑的说法也表明其轰动效应。在机器人研究中不断出现双足步行的研究成果，步行速度和姿势以及超过 2 米的身高酷似宇宙飞行员的“宇宙人”是 P2 级别的成果，“宇宙人”在机器人领域中遥遥领先，本田公司也因此名声大噪。这里将介绍最基本的“步行”技术。

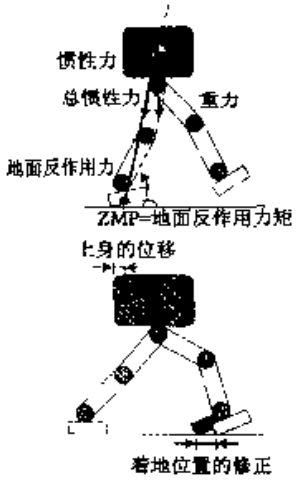
步行的动作从工程学的角度可分为静步行和动步行两种。这里以仿人形机器人为例进行介绍。实际上，就其原理而言，单足、双足、四足、六足机器人都是相同的。静步行是仿人形机器人的重心落在脚掌心处，即重心始终在双足脚掌心连线范围内的步行方式。没有脚步声的步行方式，即所谓的“蹑手蹑脚”的走法。当右脚触地时其重心几乎在右脚的掌心，因此单脚也不会跌倒。接着，离地的左脚触地，其重心也随着向左脚转移，但其转移不会脱离左脚触地点和右脚掌心的连线范围。

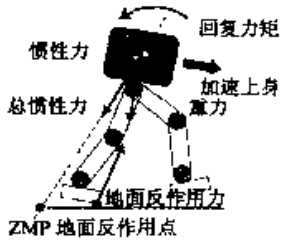
对于动步行来说，其重心不一定落在静步行那样的范围之内，即其重心可能落在脚掌的外侧也可能落在内侧。刻意地去理解也许不太明白，举个简单的例子，人急步行走就是动步行。换句话说，人在走路时先把身体往前倾斜，接着把身体辅正，这样反复交互动作就可以步行。一般来说动步行和静步行的中间状态称为准动步行。

与把重心在预测范围内不断转移的静步行相比，动步行似乎瞬间不稳定，但可以说动步行是以整体稳定为目标的步行方式。动步行具有步行速度快、消耗能量少的优点，但控制复杂而且困难。近几年仿人形机器人的开发全依靠计算机技术的不断发展才取得一定成果。在双足步行中经常听到 ZMP(Zero Moment Point)这一术语，它是仿人形机器人所受的重力与其具有的惯性力矩相平衡的意思。具体来说是在脚掌的什么部位着力的意思。在双足步行中如何迅速计算、控制 ZMP 是非常重要的。

以上介绍的是最基本的平地步行技术。用双足上下台阶或在凹凸不平的地面行走，不但需要复杂的控制技术，而且还需要脚掌上的传感器的高性能化，包括重新设计脚尖等，要做很多试验。如果要跑步那就更难了，这是不同于双足步行的多元问题，现在包括材料、机构、理论在内尚未逃出思考的阶段。

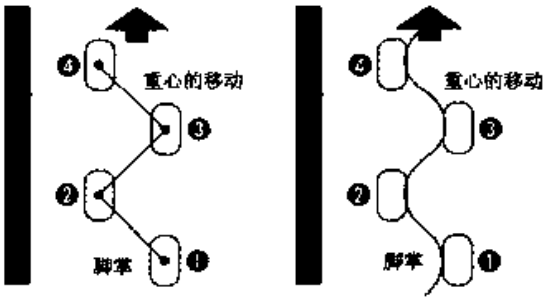
■ 本田采用的三种姿势控制





此图为本田采用的三种姿势控制。通过左上图的地面反作用力控制可以适应凹凸不平的地面。当身体过于倾斜时可通过右上图的ZMP控制保持平衡，左图的着地控制能够实现最后的步幅调整。

■ 静步行和动步行



- 静步行是身体的重心始终在脚掌心的范围内的步行方式。
- 利用身体的姿势平稳走路的动步行的重心不一定在脚掌心内。

Chapter 2

信息交流

POSY(Flower-机器人技术/日本 SGI)



POSY

身高：90cm
重量：15kg
自由度：14
外装：FRP



反光的着装使面对她(POSY)的人感觉刺眼，故也能起到反射板的作用。

在北野共生系统企画时设计了 SIG 和 PINO 的松井龙哉在自己开办的"Flower-机器人技术"公司中独自开发机器人。他不仅在功能上而且在外观设计上也很重视，与周围环境和谐的艺术观点是他的特点。POSY 是第一号机器人，是该公司与在图案设计中闻名的日本 SGI 合作开发的，若用它接待来日本 SGI 光顾的客人，则必须对办公室等作业间的环境进行彻底调研，然后再决定其功能和外观。松井先生的形象设计概念源于教会中提新娘婚纱的持花少女，该机器人穿上漂亮的衣服，兼有反光性能，对不同的光线有不同的效果，可在服装模特展示会上伴舞，也可穿名牌流行衣服展示其性能等。

P-noir(Flower-机器人技术)



P-noir

身高：120cm
重量：45kg
自由度：17
驱动装置：DC马达



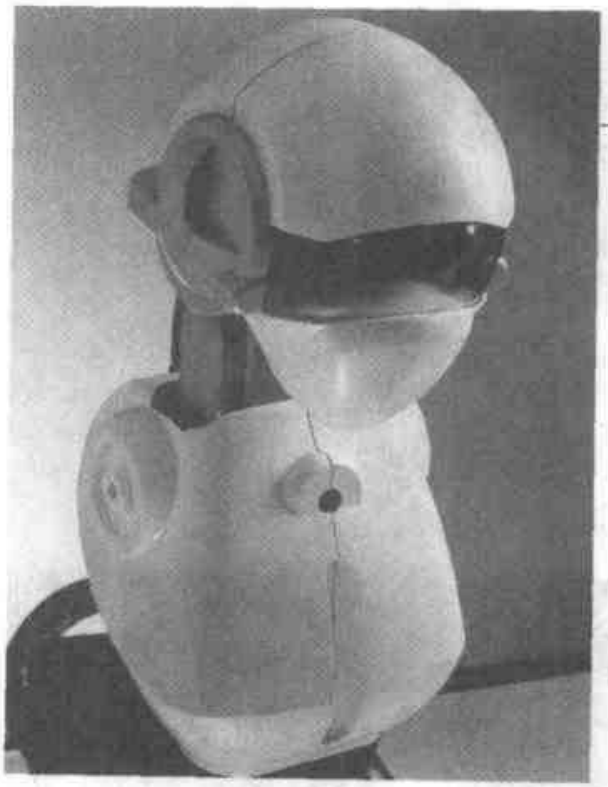




初次亮相时随着肖邦的离别歌跳舞，POSY同样能顺应人的举动做出各种动作。

"黑小丑"P-noir 与典型的 POSY 形成鲜明的对照，是披着婚纱的 2 号机器人。PINO 的开发早已让从事机器人开发的同仁们感受到其技术性和艺术性的不同风格，所采取的表达方式使人们感到滑稽，人们不禁要问现在的仿人形机器人是"小丑"吗？不禁要问 P-noir 基本的移动方式与 POSY 相同，但两手腕比 POSY 结实，肩和臂的机构全暴露在外，四方位移动的四个脚轮也全暴露在外，不掩饰本来的面目，这与裹着漂亮装饰布的 POSY 形成鲜明的对照。头部的设计像丑小鸭的风格，眼睛设计为单眼也是其特点之一（其眼睛也表现出机构的特征）。与 POSY 一样搭载能感知周围人的活动的传感器，不仅能移动而且也能做出反应动作。

SIG(ERATO 北野共生系统企画)



SIG

身高：74cm
除台座全高：约54cm
重量：约10kg
自由度：10



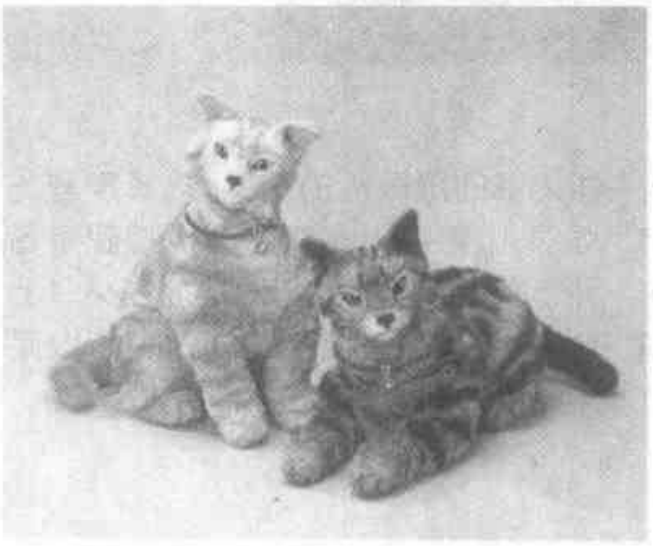
以综合识别视觉和听觉两种信息为目的研究开发的上半身仿人形机器人，是北野共生系统企画最初着手开发的仿人形机器人。两眼是CCD摄像机、两耳中内藏两个麦克风，脖子和基础部分均可动。目前正在研究开发朝发声的方向转脸的跟踪试听，以及能识别容貌的有源视觉等跟踪技术。尤其是最近开发了用一对麦克风接收内藏马达的音，用实时处理器处理辨别外部声音的新技术。SIG 的设计与 PINO 相同仍由松井龙哉主持。其大小是考虑研究室的空间选择成人女性的大小。起耳轮作用的遮盖和遮摄像机的遮帽等均采用功能优先的设计。涂漆是采用与汽车一样的烤漆。松井先生以这一设计为契机创立了国际机器人设计委员会。

NeCoRo(OMRON)



NeCoRo

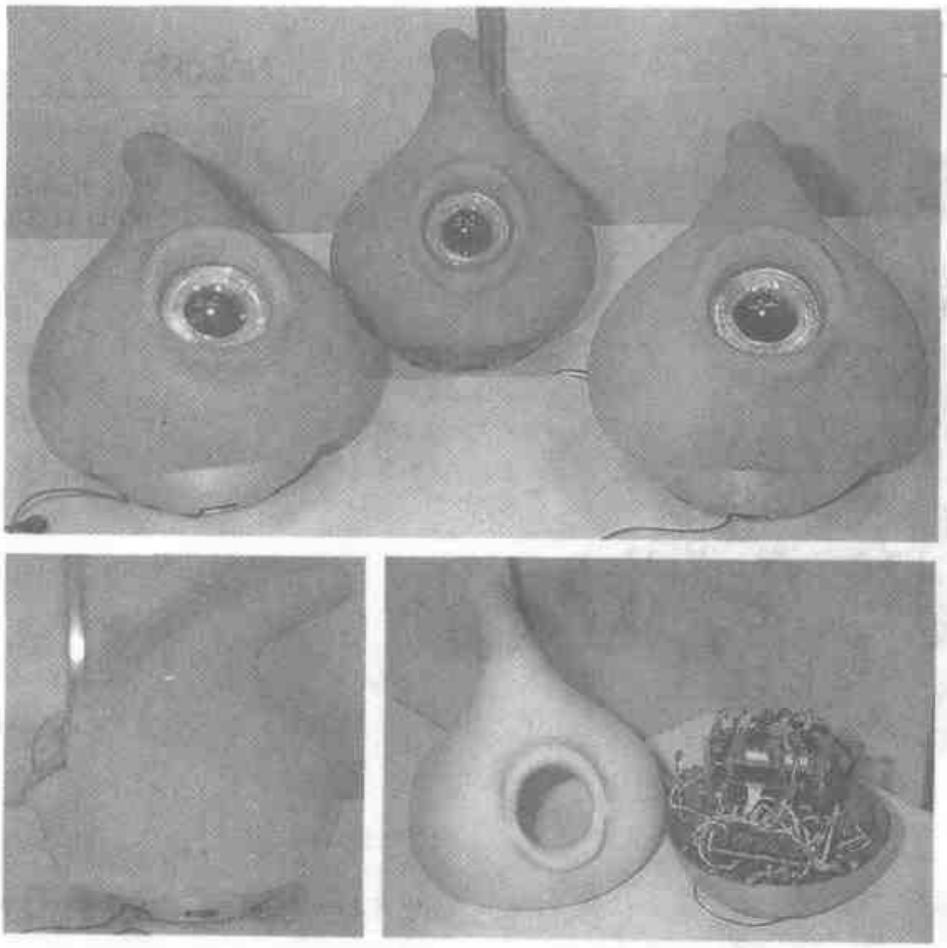
身高：32cm
重量：1.6kg
连续工作时间：1.5小时
价格：185 000日元(税前)



容貌一般都用手工制作，样子也有些差异。

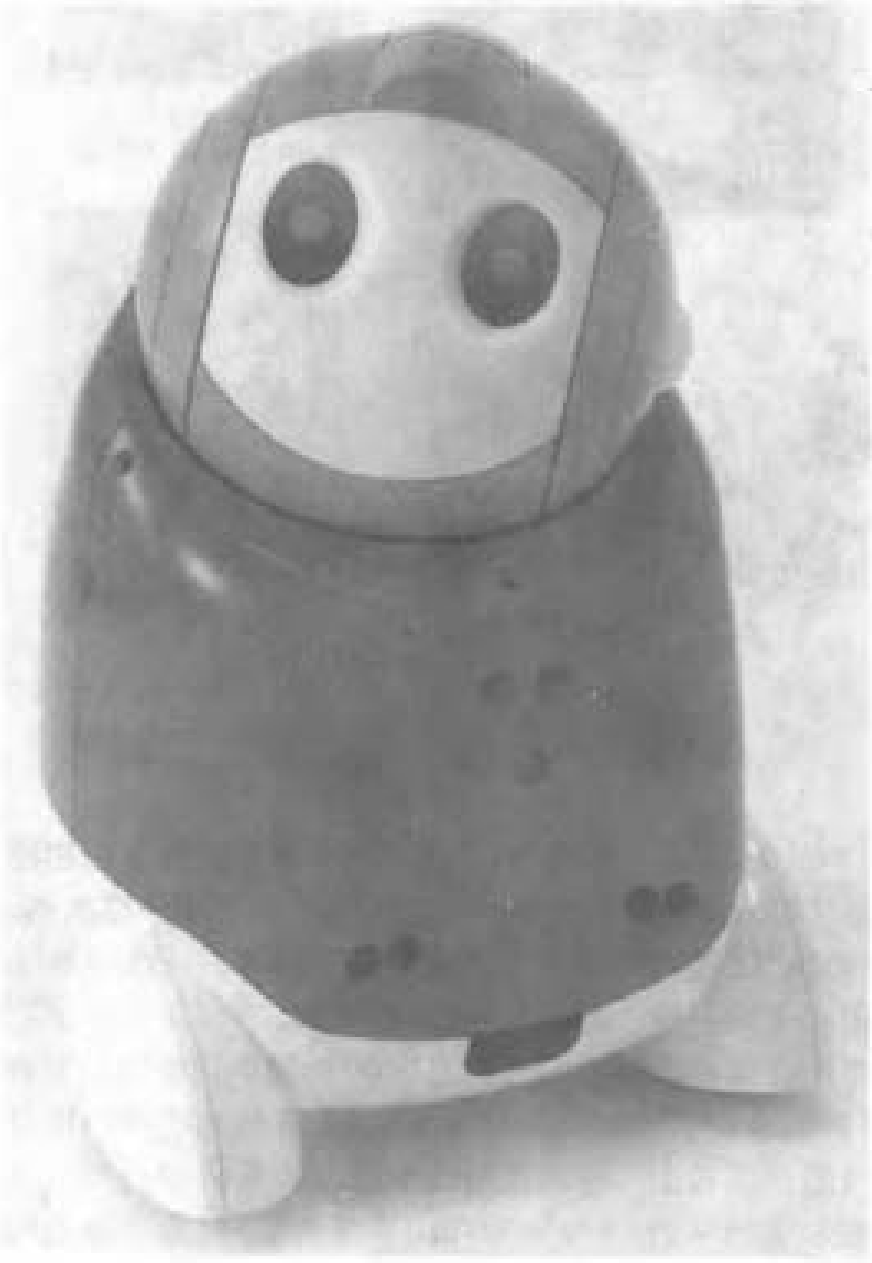
该公司应用擅长的模糊技术和传感器技术，于5年前开始开发，到2001年秋已把猫形宠物机器人商品化。采用人工毛皮作表皮外貌，还能做各种各样的姿势，再现了活灵活现的猫，作为宠物机器人形式推出。虽然不能四足走路，但驱动部分很多，靠内藏的传感器，根据外界的刺激可做出超出模型的多彩动作和表情，故也称为娱乐型。

Muu(ATR 智能影像通信研究所)



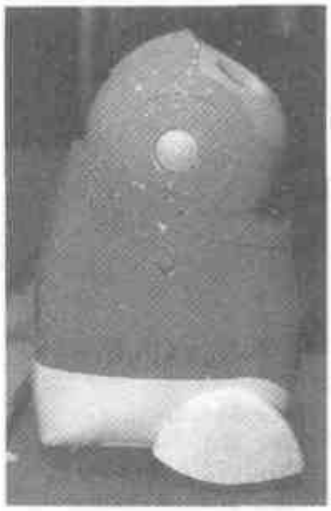
以研究儿童的信息交流发展过程和与他人及社会关系为目的开发的“聊天机器人”。“Muu”能说大约 400 句大阪语。可在准备的语言中选择回答的首选语言，根据内容和眼睛部分中内藏的摄像机的影像，选择声音的强弱，以随声附和或不予以理睬等各种方式进行交流。因为是放在桌子上让它说话，而且以儿童为对象所以采用很柔软的材料制成。

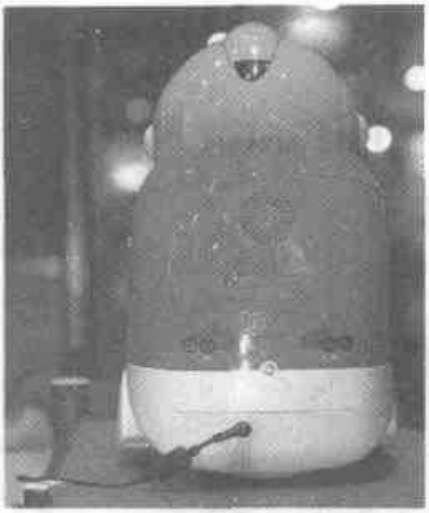
PaPeRo(NEC)



松下机器人PaPeRo

身高：38.5cm
重量：5kg
辨别词语数：约650
会话语言数：约3000









对应PaPeRo的动作形态，口、脸、眼、耳部跟踪亮灯。



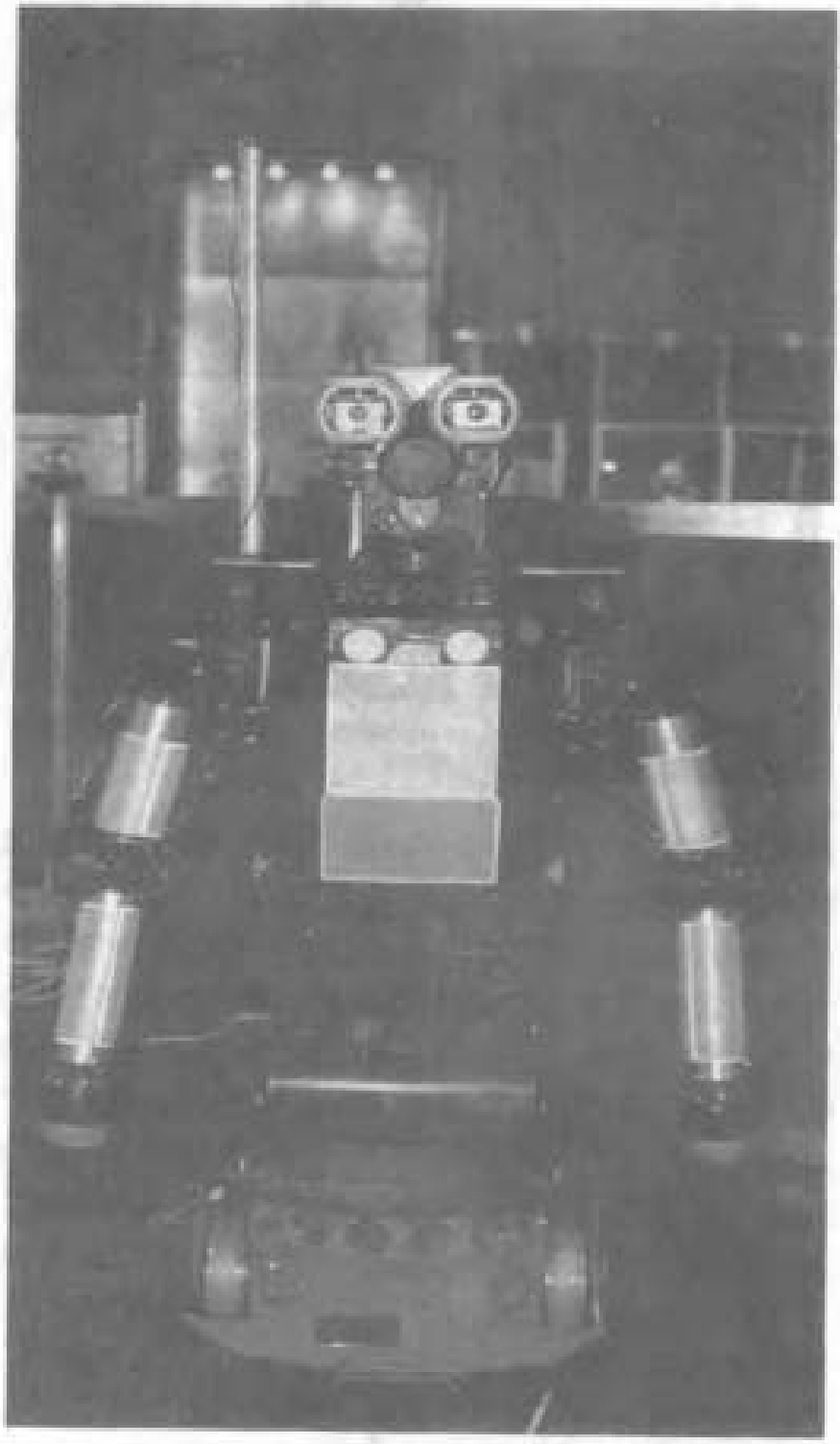


R100

PaPeRo的前面开发的R100。功能几乎相等，但不是独立操作型。

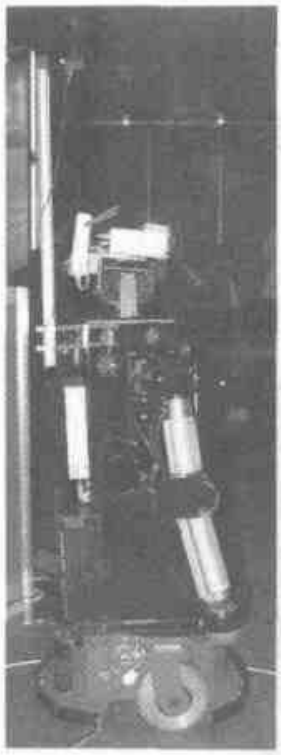
将 NEC 曾经标榜的 C & C (Computer&Communication)用文字表述就是 PaPeRo 机器人，其概念是“遥控对话”，是为管理家用电器和用于网络界面而开发的。可转向发声方向辨别人的相貌及会话，也具有声音识别功能，在理解已储存的词语的意图后可做出各种动作。例如能打开电视、调节空调温度等控制家用电器，还可以把电子邮件和网上的画面转化为电视画面，将摄制的照片和声音附加到电子邮件中。除此之外，还可以用音声合成的方法进行会话和靠传感器的开关收集信息以及进行简单的会话游戏等。该机器人没有手，只备有在平整的地面上自由移动的轮子，就好像是一个通信控制器。再一个就是作为控制方式，PaPeRo 的胴体内是 PC 的空间。3 年前作为试验机而开发的 R100 的自身功能的控制靠内藏的 PC 来实现，声音和图像识别处理通过无线接口分别在外部进行。在 PaPeRo 中由于提高了 PC 处理能力和高度的集成化，因此成功的实现了控制一体化。它的使用寿命有多长还很难说，但是人们看中了与人信息交流的功能，因此不仅在机器人领域中而且在各种研究领域中将被利用，这也是 PaPeRo 的特征。

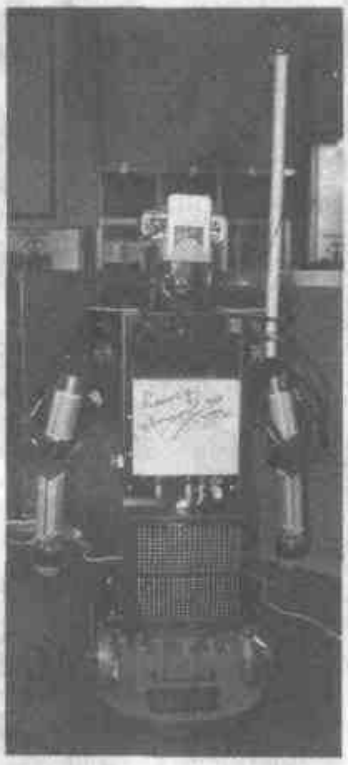
Robovie(ATR 智能影像通信研究所)

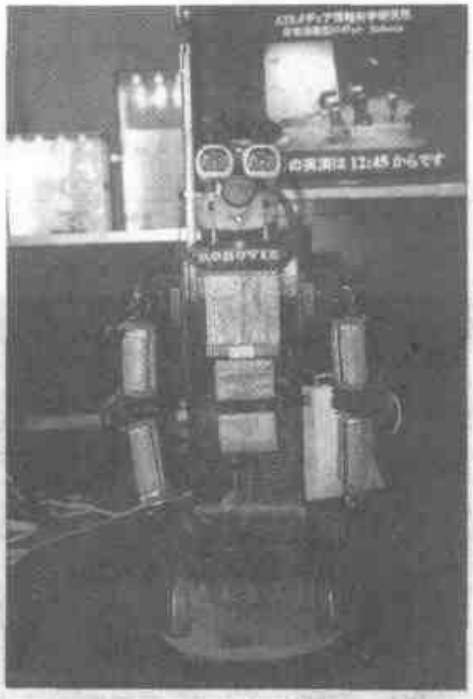


Robovie

身高：114cm
宽：52cm
重量：39kg
自由度：头/3,手臂/4











以这种形态多次在展示会上和孩子拥抱、握手等。

Robovie 是从事数字化技术及周边装置研究的 ATR 智能影像通信研究所开发的机器人。"Everyday Robots"的概念是在人们的生活空间中自然的介入日常生活的机器人。重视与人的通信能力，搭载声音和图像识别能力，可以在辨别对方声音后进行简单会话。另外，研究所正在进行与计算机和处理技术有关的信息交流方面的研究，从其成果可以看出在日常信息交流中身体表现发挥了很大作用（比如在电话里说话和面对面说话在理解上有很大的区别）。具有头和手的上半身，具有与人几乎相同的表现能力。身和手臂交互摆动，感情表现和意识沟通也很到位。全身装上皮肤传感器，若触摸机器人就能做出反应。在机器人展示会上真正与机器人说话或触摸是非常难得的展示模式。它的移动方式很简单，靠两个轮子行走。除了头部的摄像机以外，用全方位的摄像机和超声波传感器可避开障碍物。该机器人也作为信息交流和人工智能的研究平台出售，其价格是 1 200 万日元。研究成果已被大学和企业所接纳。

[附栏 3]发展中的机器人与人工智能的现状

近几年仿人形机器人的迅速发展很大程度上借助于计算机性能的提高。比如从本田的研究成果中可以看出双足步行机器人的基本的步行技术很早就确立了，但为此而开发的 P 系列，正处于网络和微机的缓慢发展时期，同时也是开始大幅度提高通用 CPU(中央处理器)性能的时期。把很多传感信号传给驱动装置，使机器人动作的装置就是计算机的 CPU。提高这一部件的性能使得高速处理信息成为可能，这就是提高机器人性能的直接原因。所以，拥有很多传感器和驱动装置的仿人形机器人所受的恩惠就不言而喻了。作为机器人的重要"器官"，音像识别系统中 CPU 性能的提高可以直接提高其识别能力，从而能看清、听清。

那么，这个中央处理器管理的另一个器官，对于人工智能的作用是什么样子呢？机器人和人工智能有着不可分割的关系，很多研究人员的研究目标——阿童木和高达(搭载学习用计算机)也是如此。与人对话的机器人和产业用机器人有很大的区别。比如 AIBO 由 6 个情感模式组成，可根据传感器的信息表现不同的情感。通过与主人的信息交流可培养出调皮鬼或聪明的孩子。使同样的宠物机器猫都搭载应用模糊技术的情感模型，对应各种传感器的状态也反应出不同的表情。不过从技术的角度讲，AIBO 也好猫也好都是从很多可选择的程序中选择了最适合的程序罢了。其基本方法是如果条件是 A 则行动就是 B。不能忽视"如果"这一绝妙的词语，条件为 A 时可选择行动 C 和 D，从而防止模式化，而且随着学习，"如果"本身的方式也会发生变化。这就是 AIBO 和猫的智能化的一面。这一"如果"是方式选择程序，可以说已经有点智能化的味道了。而且表情和手足的动作带有机器人的样子显得更强壮。

目前具有人工智能的机器人，可以通过音像识别信息选择备用动作程序，AIBO 和猫也是如此。中央处理器性能的提高不仅是眼和耳变得好使，而且"脑子的反应"也快了起来。不过它能否升华为人工智能却是很微妙的事情。计算机的系统结构不发生变化，选择程序的方式也不会变化。以往的专用机非常大，有时由于提高了计算机的处理能力"如果"变得复杂起来，但装有更多的备用动作程序，可以说变得更加智能化了。看上去已智能化了，那么是否就满意了呢……。于是有人打算对所有的信息建立信息数据库来实现人工智能，不知这种研究已到何种程度。拥有庞大的信息数据，能获得人一样的想像力，例如将裹

匙与食器及银色等信息连结起来，就是在一定的范围里智能化的有效方法。也可把佐料和勺匙等信息存储连结起来。

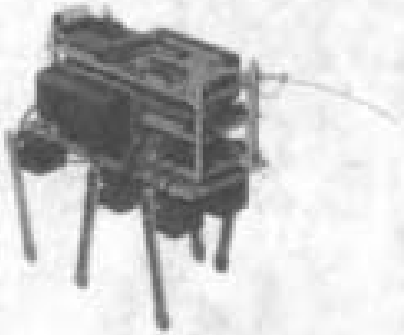
除此之外，还寄希望于脑型计算机和量子计算机的开发上，但是目前还是使用现行的人工智能的方法。若提高"如果"的内涵，则还能提高智能化的程度，而且若限定某个领域其功能就更强了。比如 RoboCup 的模拟团队开发了类似实际足球赛的程序，其战略上已经达到了使人吃惊的程度。想起关于 AIBO 的故事，某女演员谈到 AIBO（第一代）时说"我一打招呼，他立刻就有反应"，其实第一代的 AIBO 对人的声音没有反应的功能（只有二代以后才有的），只对嘟啪的 DTMF 声有反应。因此当时的女演员只不过碰上偶然的现象罢了。也许是那个女演员打招呼时，AIBO 正好选择了转身点头的程序。即使这样也就罢了，但从技术上来说……来不得一点虚假，这就是我们的原则。

Chapter 3

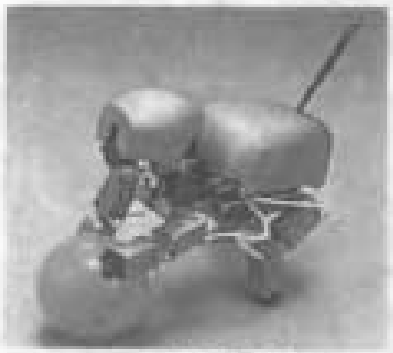
娱乐型机器人

AIBO(索尼)

■ AIBO 的进程



1993



1997



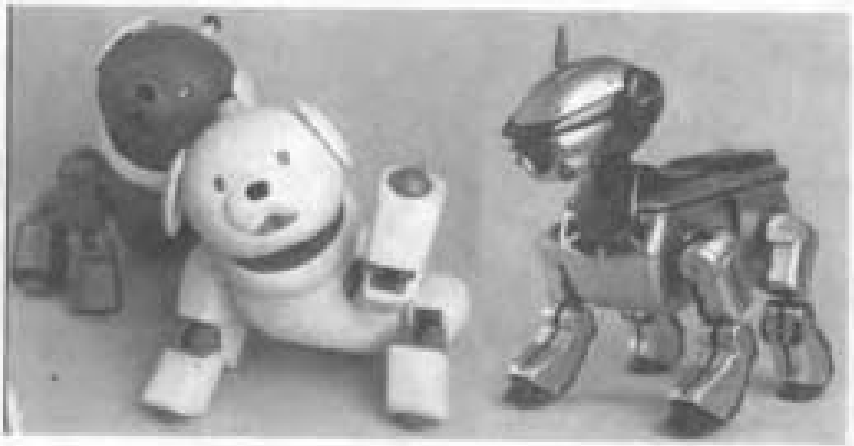
1998



1999



2000



2001

ERS-220



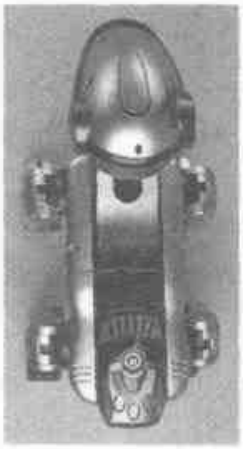
ERS-220

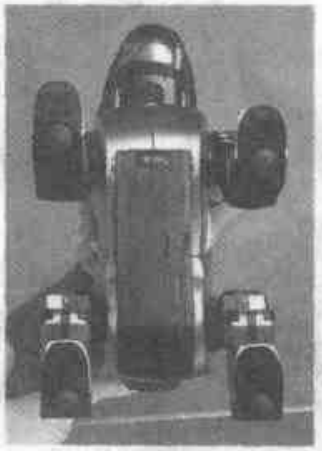
身高：29.6cm
重量：1.5kg
连续工作时间：1.5小时
价格：180 000日元(税后)













随着周围的亮度和AIBO的感情变化能伸缩的前灯托。

以开发蕾蒂(LATTE)和马卡龙(MACARON)等 AIBO 怪物而闻名于世的索尼公司的又一产品就是 ERS-220。从型号名就不难看出,它是第二代 AIBO 的改进型,基本性能及机械设计几乎与 ERS-210 相同。最大的特征是它的外形设计,由于启用了动画界的实力派结构设计师,所以设计得非常幻想化。身上安装的 LED(发光管)就有 19 个。尤其是头部除了装有很多 LED 之外,还内藏能伸缩的前灯等,装饰成以往的动物模样,好一个无机物的形象。因省略了两耳和尾巴,所以自由度是减少了,但相应增加了情感表现部分。在脚部的设计中采用机器人的幻想风格也是它的不同之处。基本性能与 ERS-210 几乎相同,由于使用了无线技术,所以可利用无线控制 ERS-220 的软件进行远距离操纵。为防止用它来进行"窥视",把内藏摄像机脖子的上仰角度限制在一定的范围之内。ERS-220 组件的价格比 ERS-210 贵 3 万日元。这与已跌价的 LATTE 和 MACARON 形成鲜明对照。当然这是索尼开拓市场的多种战略的一环。包括换装零组件,今后有广泛推广的趋向。

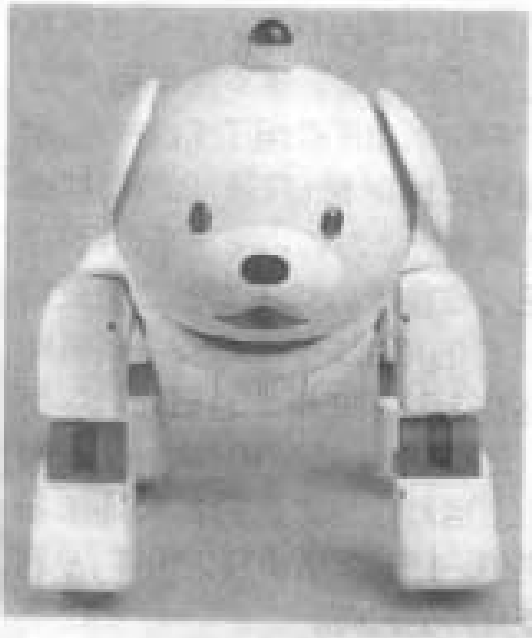
ERS-311/312

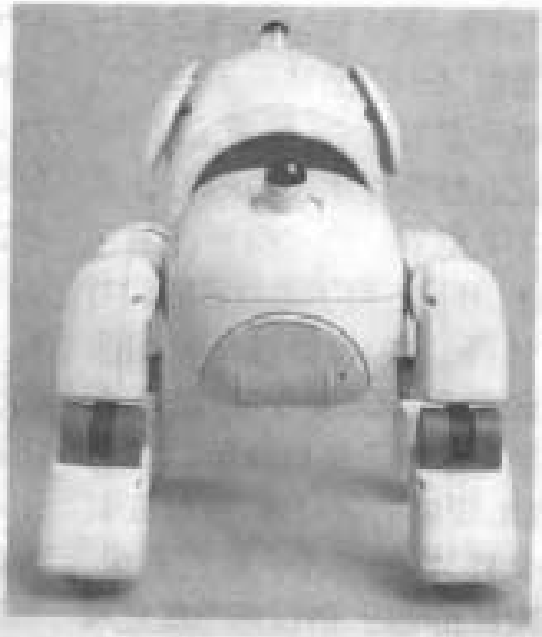
LATTE / MACARON

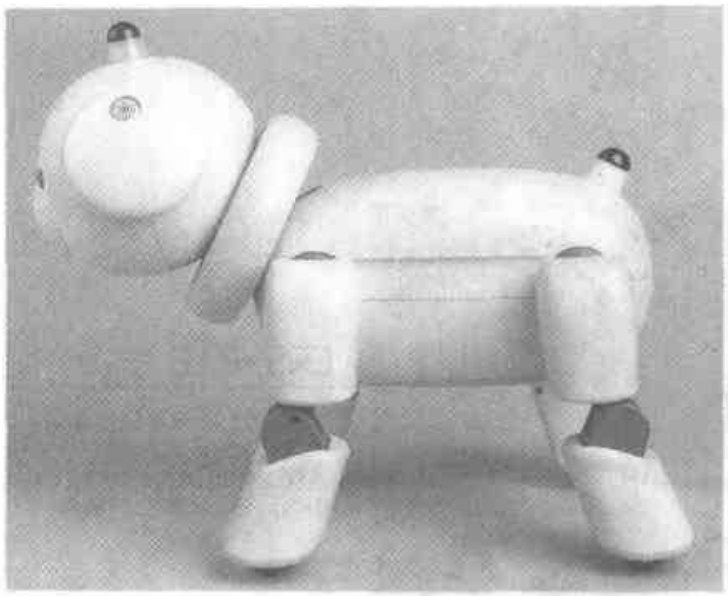


ERS-311/312

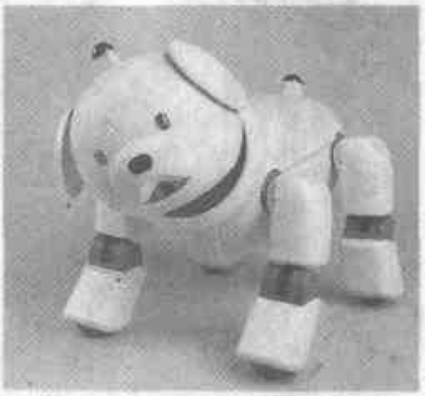
身高：28cm
重量：1.5kg
连续工作时间：2.5小时
价格：98 000日元(税前)

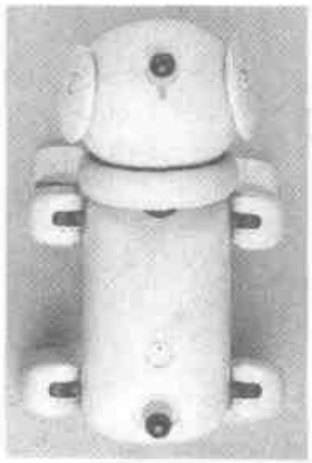


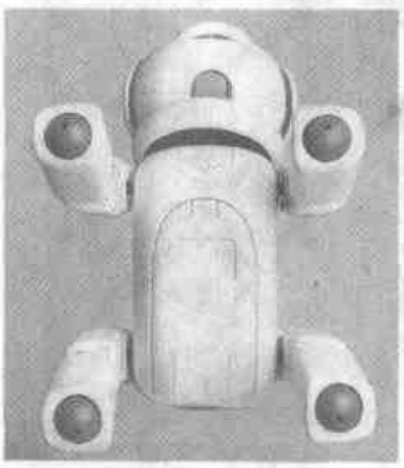














在口部有CMOS形象传感器。LATTE是咖啡、MACARON是点心的借用名。

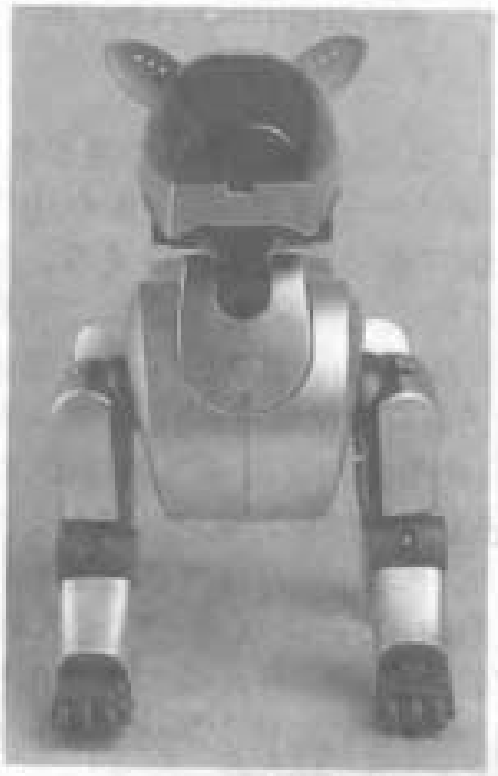
为拓展 AIBO 市场而开发的 LATTE/MACARON，从小熊模样的设计中可以看出，是为年轻女性而开发的产品。"可爱"是它的特征，设定的动作也有所偏重。10 万日元的价格也考虑到这一消费阶层。为降低成本省略了部分"OPEN-R"系统，也不能拆卸四条腿。原来在各个腿上内藏的与 OPEN-R 有关的集成块和机构也省略了。但更重视人工智能和外观，同时语音识别的词汇也增加了 1.5 倍，又可登录用户名，并追加了 AIBO 同伴之间的交流功能。尤其是它具有对特定乐曲的反应功能，若电视中播放 AIBO 动画中的乐曲，AIBO 就能做出反应，实现了媒体之间的信息交换。更有趣的是表达头部表情的灯，根据 LED 色彩的变化可做出"问安"的表情；尾巴可兼作操纵杆，通过它输入指令。设计中增加了脖子的自由度，作出脖子歪斜的动作也是它的特征。对索尼的这种举措，万没想到会招来以往喜欢机械及新奇事物的男性 AIBO 用户的不满，下一步就需要研究这个问题。当然他们的需求不外乎是开发类似"ERS-220"的产品。

ERS-210



ERS-210

身高：28.1cm(不包括耳朵)
重量：1.5kg
连续工作时间：1.5小时
价格：150 000日元(税后)







最初的格鲁多（gorudo）和西罗巴（siruba）及布拉库（burtku）。按季节把春季模型设计为橙色和白色。为纪念AIBO两周年开发了偏光色的三种颜色（指定的模型已售完）。

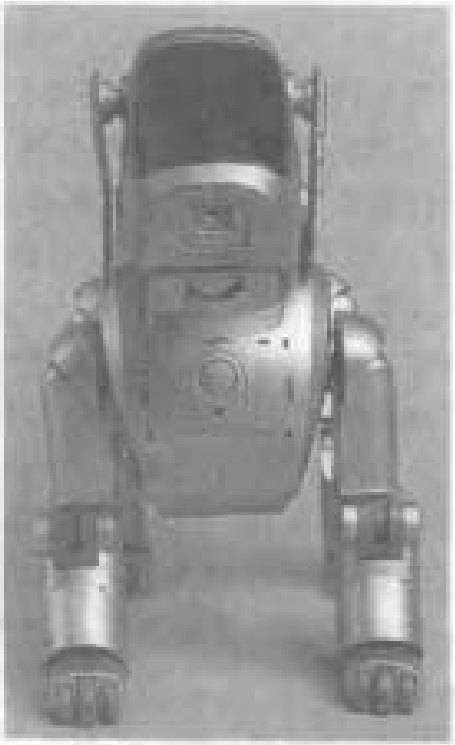
作为玩具机器人商品开发的第二代 AIBO 模型。为批量生产在装束和降低成本方面下了功夫，与第一代相比降低了 10 万日元，这是决定 AIBO 命运的机器人。上市已有 1 年半仍然是抢手货，也可以说是 AIBO 的主导产品。它与第一代不同之处在于两耳可动也可站立，还有表达感情的 LED 以及追加了音像识别功能等，这是顺应第一代 AIBO 用户的要求追加了这些功能(设计思想也改变了)。除了改善表达感情的耳朵的动作和 LED 闪亮之外，还大大改善了音像反应的交互性能。与第一代相比显得更"可爱"。仍搭载成熟的感情模块是当然的了。除此之外还装有利用专用操纵杆改变性格与游戏方式的 AIBO-ware 软件。另外还备有 PC 扩展卡的插口。装上无线连接卡进行遥控操作的方案也正在考虑中。其后，相继推出很多特定色和纪念性样机等改进型。对应于索尼创导的机器人接口 OPEN-R，头部、眼和尾巴的部件可从本体中卸掉，装上最新的 ERS-220 用换装部件可改变外观形状。

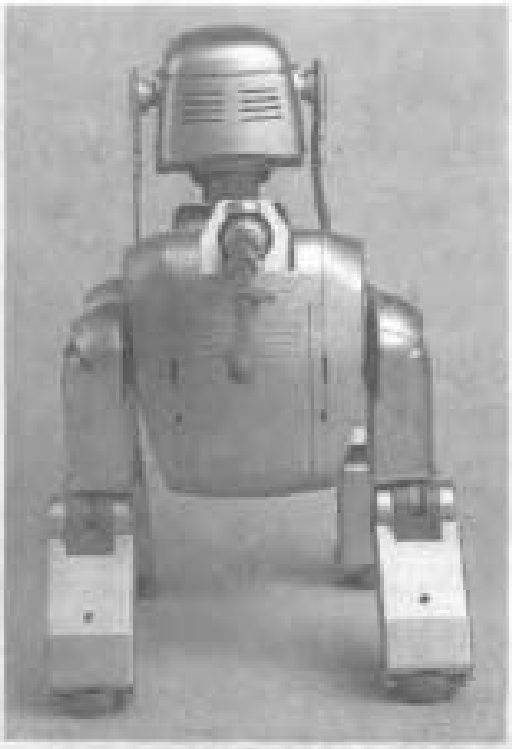
ERS-110

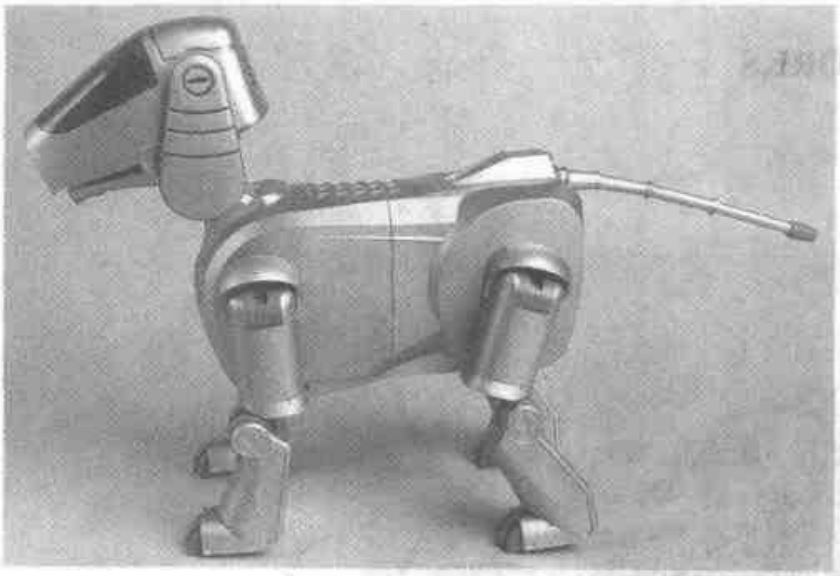


ERS-110

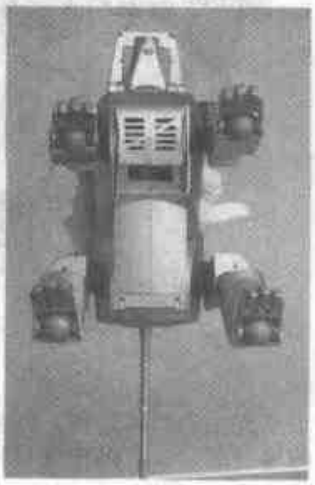
身高：26.6cm
重量：1.6kg
连续工作时间：1.5小时
价格：250 000日元(税后)













特制样机是改变一部分形状和着崭新的色彩上市的，这种样机已售完。

历史上最初商品化的真正的自律性机器人。索尼把它称作人工智能型机器人，通常当作宠物机器人，以商业为目的于 1993 年开始开发，经过几次改型终于上市。因在日本限卖的3 000台仅 20 分钟内就卖光而传为佳话。以四足步行、成长、感情模式等作为AIBO的基本型的值得纪念的第一代模型对语音没有反应，只对 DTMF 音有反应。但是，其独特的形态和外形设计吸引了很多爱好者(也包括尚未买到的)。因为瞬间卖光，求购的呼声不断，所以后来特别制作的样机"ERS-111"也开始销售了。胴体设计为两种颜色，通过改变耳朵的形状，减少尾巴弯曲关节等进行了简化。ERS-110 和 ERS-111 均搭载 OPEN-R 系统，因此腿和脖子无法拿下，对应的 AIBO-ware 也很少。顺便说一下，ERS-110 最初公开展示过足球游戏，但后来被机器人杯(RoboCup)四足竞技部门用作技术平台。目前则由 ERS-210 所代替。机器宠物是不用喂养的家庭替代品，是老年人的伙伴，在护理等很多领域里使用，有的小孩甚至把 AIBO 看作有生命的东西。

AIBO DESIGN WORKS

ERS-110

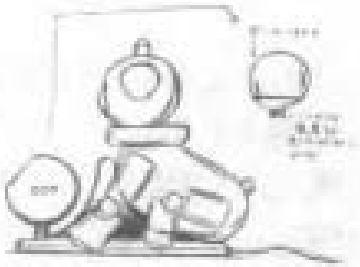


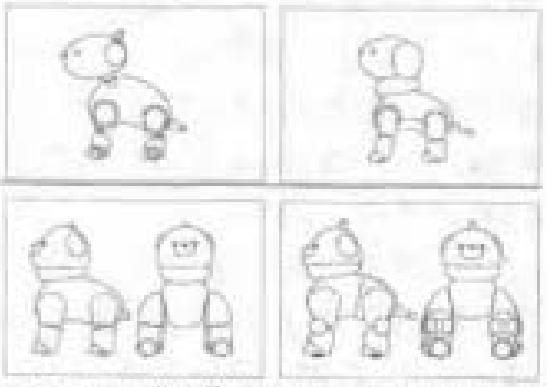
空山基先生的原构思图，其特点是带有金属色彩，设计中的细节部分在产品中业已体现。

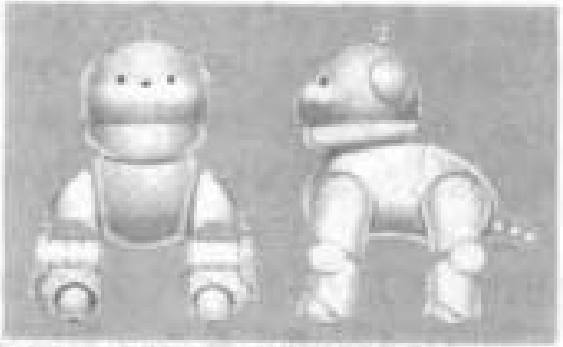
ERS-311/312





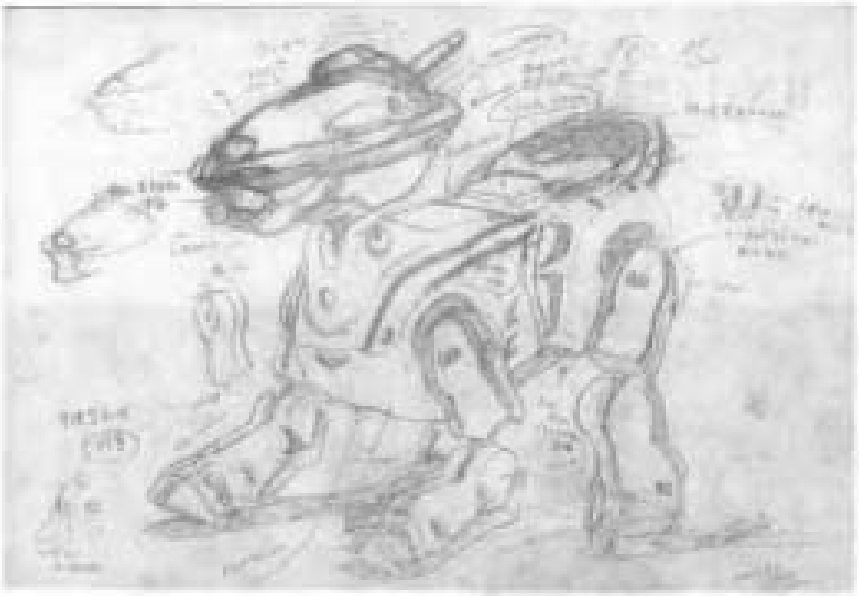


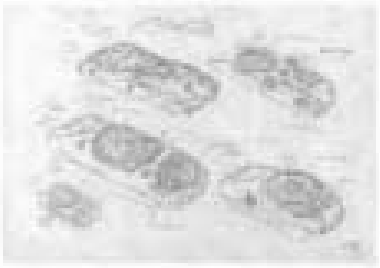


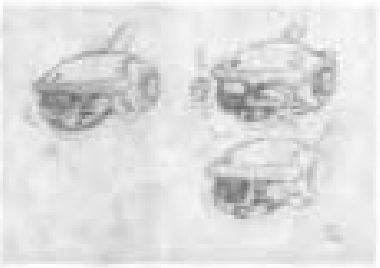


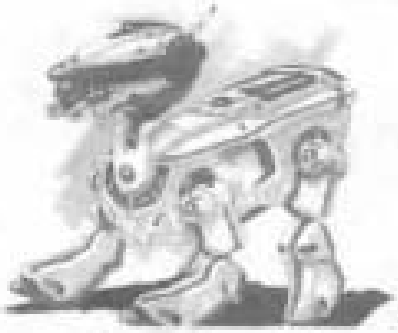
这是ERS-311/312设计的改进过程，原构思图由若野柱先生绘于，右上图几乎与最后完成型一样，左下图是用CAD构思的过程，看得出从简单的零部件的构成到逐渐细化的过程。

ERS-220











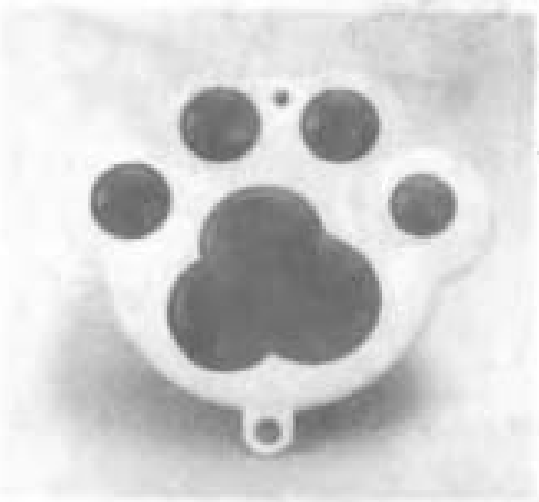




ERS-220的最初思维是一直活跃在动画和游戏界中的机械设计师河森正治先生构思的。详细的改进设计也在构思设计中，头部的细节变迁和初期的彩色方案也很有趣。

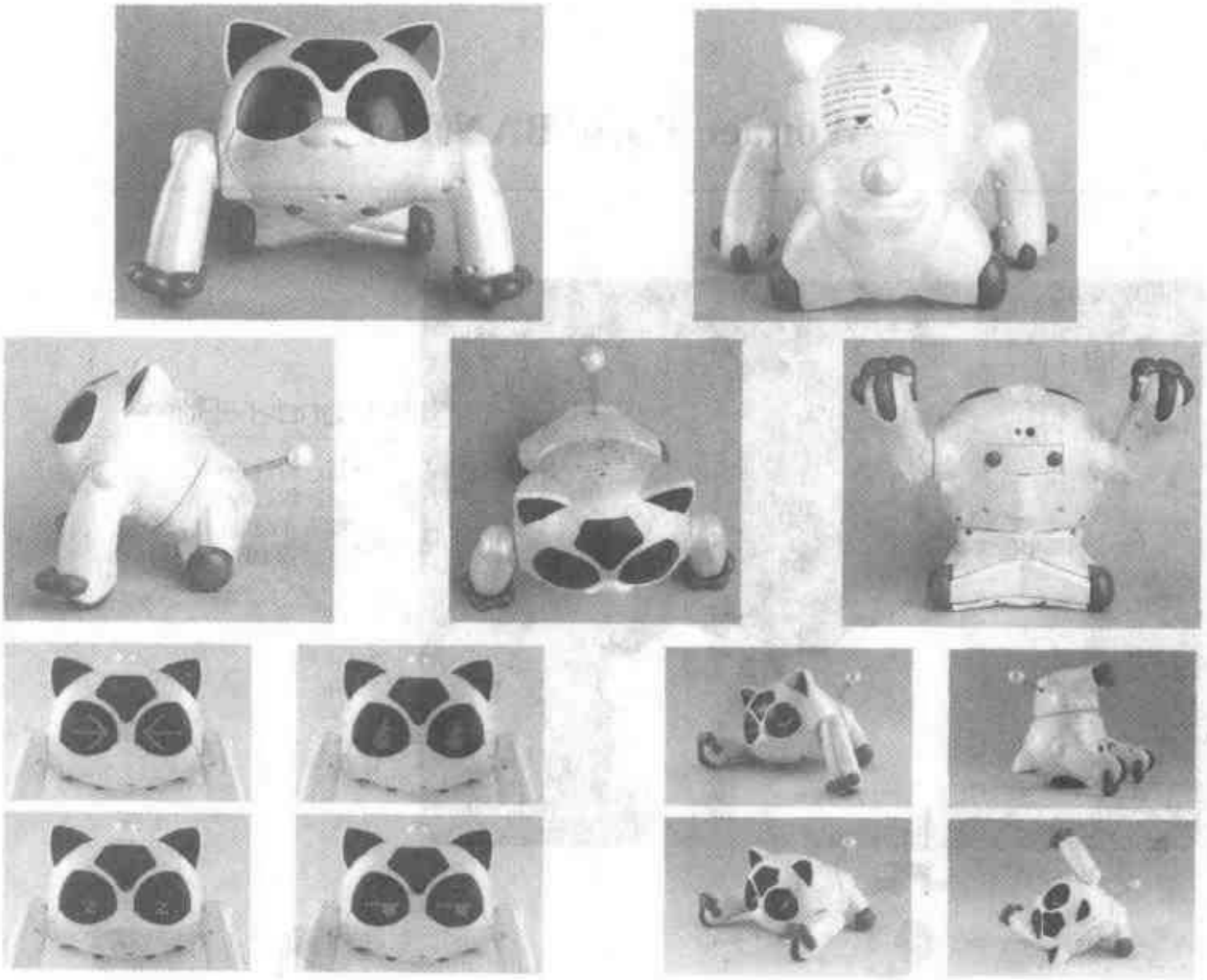
BN-1(BANDAI)





BN-1任性的卡扑佩路(KAPURIRO)

身高：15cm
重量：约760g
连续工作时间：1小时以上
价格：50 000日元(现后)



使用8×8点的三色LED，表示BN-1自身的各种图案的图示类型。

可动部分只有两臂和后轮，但根据不同的组合可做出各种不同的动作。这就是玩具厂家的玩艺儿。

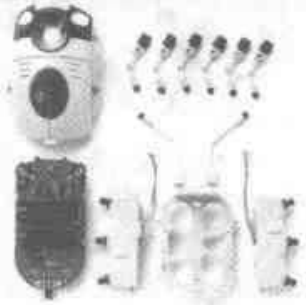
BANDAI 从 20 世纪 80 年代中期开始就有搭载微机的机器人和用 PC 控制的遥控机器人的历史。虽然是个玩具厂家，但在机器人方面很有影响（以很有特色的机器人玩具为主要产品则另当别论）。在双足步行机器人掀起机器人热的时候又着手开发新的智能玩具。其最初的成果就是 BN-1 和下面介绍的 Wonder-Borg。BN-1 的样子也很滑稽，且内藏红外线、陀螺仪、音响、光、电压等 13 个传感器。通过一般玩具中没有的 16 位微机来实现人工智能等，超越玩具性能结构是它的特点。另外，作为驱动部件的臂和轮子也很少，但动作种类丰富，还具有称作图像眼睛的大的 LED 眼睛，可表现感情，作为宠物或伴侣，具有对话智能功能。其价格为 5 万日元，是比较贵的一类，今后准备与竞争对手的价格拉平。实际上 BN-1 的功能评价很高，通常用于人工智能和人机对话研究用教材，根据需求使用 C 语言，自由选择备用程序，出售以学生为对象的学习用机等，给人展示了超越玩具的能力。

Wonder-Borg(BANDAI)



Wonder-Borg

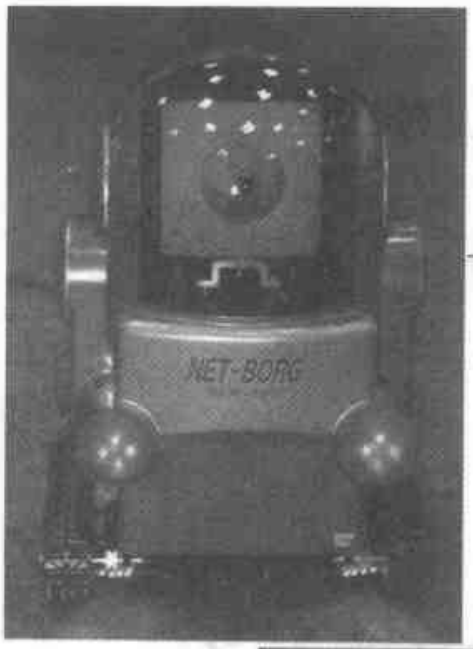
身高：约11.5cm
重量：约170g
连续工作时间：约2小时
价格：12 000日元(税后)





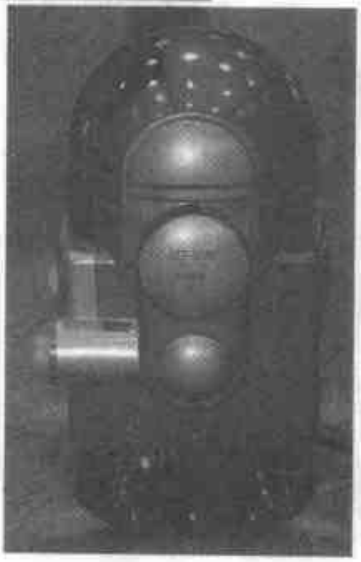
虫子型机器人可以说是与 BN-1 一起由 BANDAI 开发的又一成果，在机器人竞赛中作为通用组件的原型。开发当初是作为机器人而开发的，没想到会成为玩具，在小的胴体上搭载光、红外线、接触等各种传感器。根据传感器的不同信号对应不同动作的类型来进行判断，虽然很小但具有完全自律性动作的特征。用两个马达驱动实实在在的 6 脚是很不容易的。齿轮传递中有动力和速度调整，也可以定购更换用脚尖。利用该社的携带游戏机"奇怪天鹅"可编写传感器与动作的连结的程序，可很方便的与机器人对话(其后新设计的 PC 也上市了)。本体中备有为自己动手制作的人准备的选择模式等，其做法远远超出玩具的范围。复古的装束和半成品的商品形态使爱好者兴奋不已。调查结果表明适合于 30 岁以上的用户，呼吁改造胴体的用户也很多。

NET-BORG(BANDAI)



NET-BORG

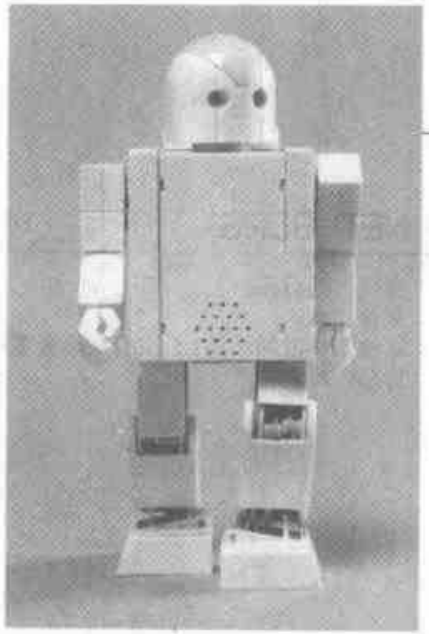
身高：约41cm
重量：4kg
连续工作时间：约1.5小时(装选择蓄电池时约6小时)
价格：待定





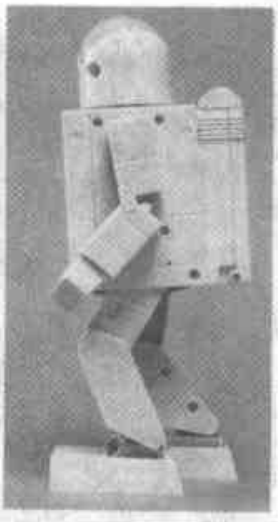
准备上市的 BANDAI 的新型机器人。照片中的试验样机与上市机可能不大一样。头部搭载摄像机，用履带轮自由移动。影像通过无线接口传送到 PC，再输送到因特网。操作时对着网络用遥控器操纵，可体验远距离的虚拟操纵，是所谓的远距离临场控制。芳贺先生很早以前就开始了这种概念设计、开发，但因诸多原因受到挫折，直到宽带网时代才又恢复开发。

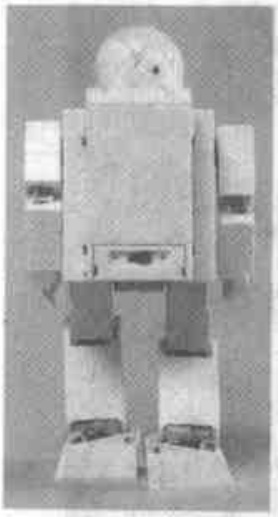
CAM-08(CUBE)



CAM-08

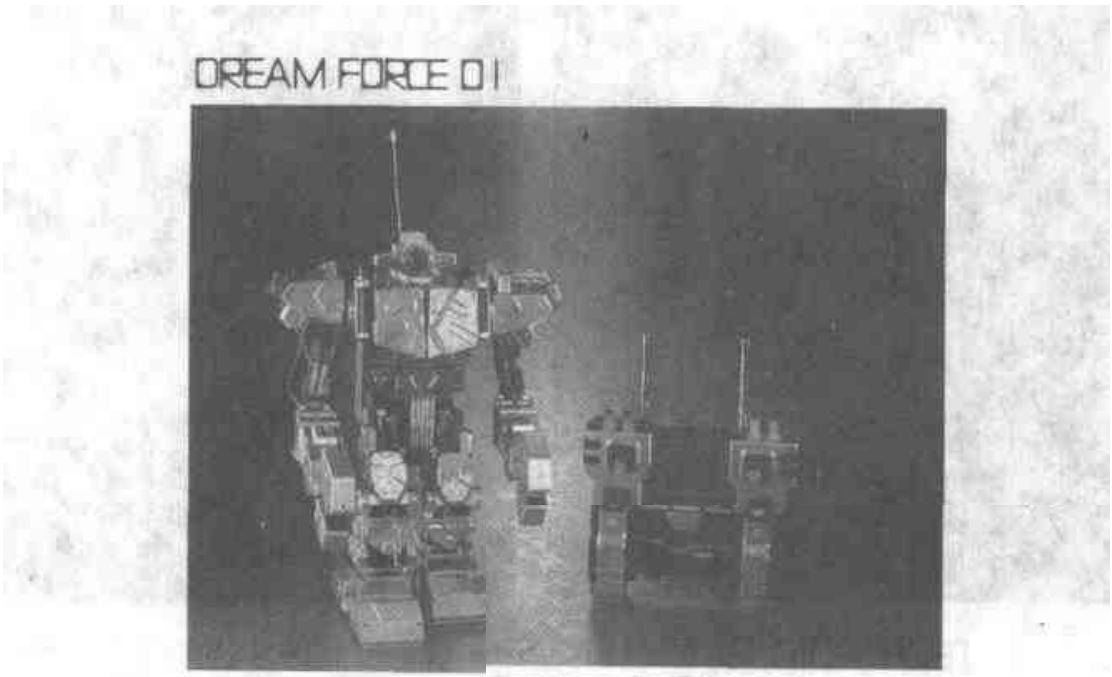
身高：20cm
动力：RN140马达×1
成品状态：半成品组件
价格：15 000日元（税后）





仅用一个马达实现双足步行的玩具机器人，像模像样的摆动手臂前后步行(静步行)。不同于以往的玩具机器人的是能把脚完全抬起。不用传感器仅用一个马达带动8个凸轮，手脚部分的8个关节分别由各自不同的凸轮带动。为开发这一复杂形状的凸轮，该公司注入了两年的心血。在这样的事实面前，看到CAM-08的步行动作时，无论如何也不敢相信是真的。后退时还有警告的蜂鸣声真叫人逗笑。

[附栏 4]玩具世界里蜂拥而起的新型机器人玩具



"超市机器人"在CM中也类似■出售中■价格:49 800日元■Takara公司



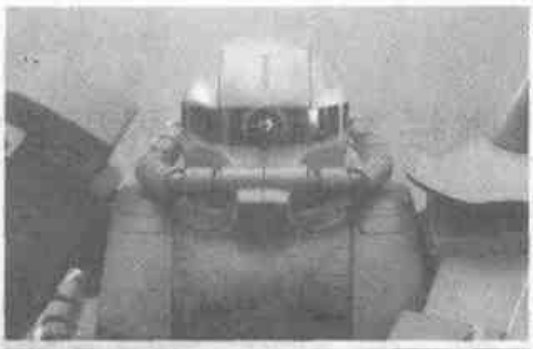
LEGO MINDSTORMS 基本组件

能带来乐趣的轻易组装的机器人■出售中■上市初价格■LEGO日本



近几年玩具业界盯上了机器人。当然在日本很早就有机器人玩具的历史,从慢悠悠走路的机器人到把动画风格立体化的庞大的机器人。最近的产品是在机器人玩具中引用尖端技术的新型机器人玩具。1999 年索尼的 AIBO 上市时,标榜为宠物机器人的机器人玩具如雨后春笋般传播开来。从去年开始,在美国以"法比(小精灵)"为首的能进行通话的机器人玩具上市了。接下来 2001 年掀起了仿人形机器人的热潮。对于伴随着动画和机器人电影成长的,已形成社会中心群体的一代人来说,玩具厂家的这种举措是不奇怪的。







TECH ROID R/C
MS-06F ZAKU Ⅱ

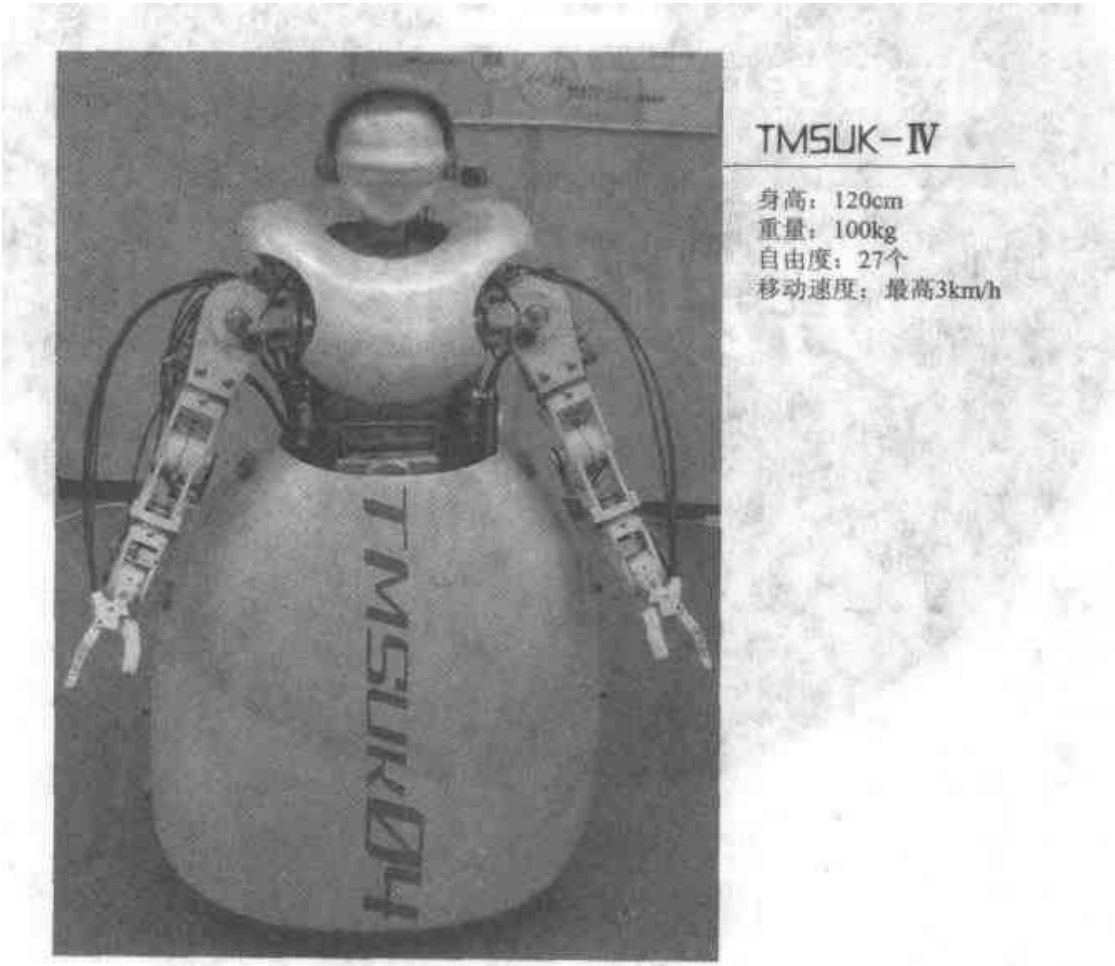
Shazaku也同时上市■预计2001年3月出售■价格:98 000日元■BANDAI玩具化事业部

在这种形势下上市的就是 Takara 公司的"梦想力(Dream Force) 01"和 Bandai 厂的"TECH ROID R/C MS-06FZAKUⅡ"。以上均为遥控器控制的双足步行机器人,自由操纵脚掌上装有轮子近似步行的全身长 40cm 的机器人的乐趣是不言而喻的了。与服务型机器人相对应,采用独创性设计的"Dream Force 01"是主要以操纵机器人为概念而设计的。可实现多自由度的强有力的各种动作,通过安装在胴体各部位的力传感器,将动作中受外来冲撞引起的外装的错位振动信息传达到控制器,把损坏的地方显示出来。采用高达风格的 BANDAI,一直努力实现操作中的乐趣。头部内藏的 CCD 摄像机的影像可输送到控制器,边看边用机关枪发射 BB 弹的方式是为了追求"高达世界的现实性",同时内藏复杂的机构使其保持平衡。因此,不能做强有力的动作,它只不过是一种机型而已。两者的价格都超过数万日元,但是,这些装置对于研究是有价值的。另外,把 PINO 进行玩具化的商品由茨库达·欧基纳罗(Tsukuda-Original)出售,今后在这个领域的玩具机器人会有很大的发展。

Chapter 4

劳动与工具

TMSUK-Ⅳ (TMSUK)



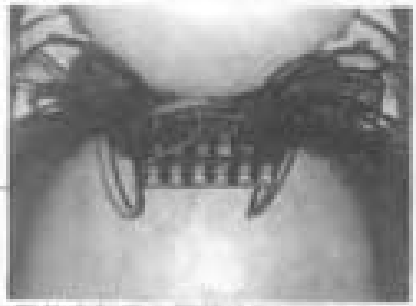
将作为食品机械厂副业的机器人进行开发的 TMSUK 第四号机器人是该公司的批量产品。无线操纵基本装备中使用个人呼叫系统(PHS: Personal Handyphone System),在使用多频道操纵系统的同时能传播声音和图像,因此在 PHS 服务地区之内的任何地方均可操纵机器人,这是它的最大特点。从九州本社操纵远在银座步行者天国中步行的机器人而引起轰动。两手的动作是操作操纵室中的手,即可把操作动作照原样传达的示教再现的方式。手腕有 7 个自由度,手指有 3 个自由度,可进行精密作业。移动靠裙子里的轮子,最高时速约 3km。作为研究用平台,大学及研究所购买了 11 台,而且适用于远距离操纵技术的应用和与人对话等广泛的领域里。今后还要不断发表这方面的成果。另外,还有在 4 号机上安装大型轮子的另一种版本。该社以开发由人控制的作为人的工具的机器人为宗旨,正在开发救灾用和警备用机器人。



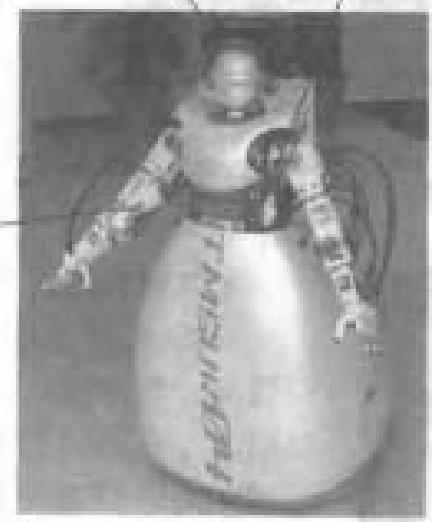




头部装有广视角CCD摄像机，操纵者边看影像边操作。



躯体内部藏有锂锌电池，最多可驱动90分钟。





手腕5个自由度+手指3个自由度，绳索驱动。



借鉴动作方式的操纵室，可以传送操纵人的声音进行对话。

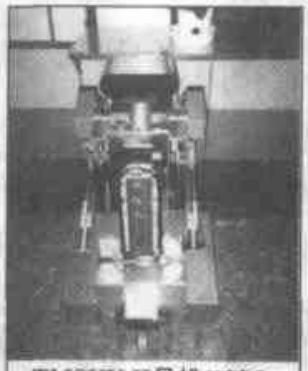
TMSUK 系列

日本初期机器人牵头企业 TMSUK 公开了历年开发的机器人！起初公开的是接待机器人。



TMSUK I号机(1993)

作为本社的接待机器人开发的。可接待来宾。



TMSUK II号机(1996)

在1号机上增加了声音识别及合成功能。可以简单对话。



TMSUK III号机(1997)

用PHS做远距离操作功能试验的试验机。东京到福冈之间实验成功。



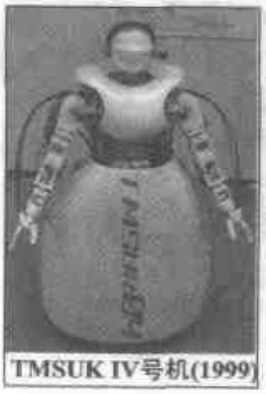
尖端技术金鱼灯笼

把TMUSKⅣ的功能装进灯笼里的仪事活动用机器人。嘴是液晶显示器。

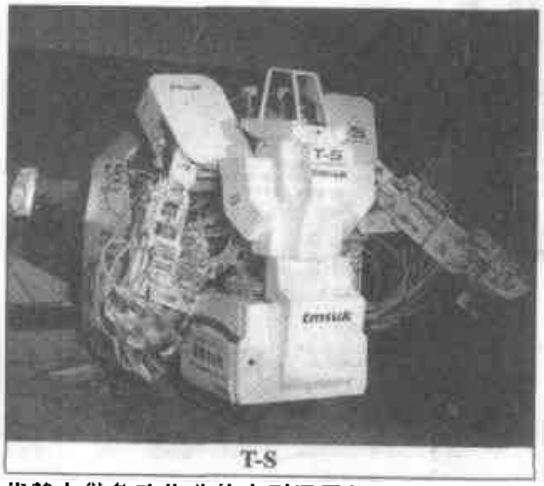


TMSUK IV2号机(2000)

为增强Ⅳ号机的功能，在下半身装上6个轮子。可以越过20cm的台阶。



TMSUK IV号机(1999)



T-S

代替人做危险作业的大型通用机器人。上半身为机器人中罕见的水压驱动。

北九州机器人产业的实力为风险撑腰

TMSUK 开发的机器人，到Ⅲ号机为止只有两人参与制作。每一类型只做出一台样机。在开始没有制造设备的情况下，进行短期内经济的开发，对食品机械厂家来说不能不说是科学技术起了决定性作用（据说Ⅳ号机以后增至四人）。另外，不能忽视九州的零部件工厂和材料工厂的支持。同时，包括其他公司在内正在北九州形成某种意义上的机器人硅谷。

[附栏 5]超微细加工技术改变机器人

制造随身听和笔记本电脑等袖珍产品是日本人的骄傲，在机器人领域中也是如此。在 AIBO 那样大小的东西里装有很多功能。本田公司从 P2 到 ASIMO 在探索小型轻量化技术方面具有惊人之举。但是，在机器人领域中率先上市的是 EPSON 公司的体积只有 1cm³ 的自行机械"木须"。作为世界最小的机器人收录在吉尼斯纪录。超微细加工技术的不断发展和应用，已作为超微机械技术而引人注目。

2000 年以数厘米到数毫米大小的微小机械开发为目标的"微型机械项目"，实施 10 年后告一段落，并公布了所取得的成果。进入管径为 1cm 的管内用超小型摄像机和用可动式镜子检查管内伤口的探测机器人是在直径为 1.6mm 电机上安装 5mm² 齿轮箱的 5mm×9mm×6.5mm 大小的自行机器人，它是用电磁式的微型接头相互连接，边爬管壁边检查的组合型机器人（沿管壁回转上升）。同时又公开了在 50cm² 空间里设置超小型微型车床和磨床，加工微小机械和零部件及装配的微型工厂。除此之外，还开发了直径为数毫米的驱动装置和米粒大小的微型泵以及数毫米的各种传感器等，让我们窥视到"微型"的世界，但这些都是试验样机，应用于实际的产品和实用化的只有极少数。这样，利用在试制过程中积累的先进技术开辟新的市场，从而促进了上述事业的发展。虽说是微型机械但还停留在微型器件上，把它组合成新的"机械"为时尚早。尽管如此，用产品化的数毫米大小的驱动装置和传感器，可以组装出有趣的机器人（电池和遥控器外置）。虽然是以娱乐为目的，但曾展示过在脚的机构中直接安装数毫米大小的驱动装置的机器狗。

微型机械是指 μm（微米）即 100 万分之 1 米的世界，而最近则指 nm（纳米）即 1 亿分之 1 米的世界。在半导体制造中使用的微细化技术和利用生物的生物能，不仅仅应用在工程和医学方面而且还波及到各个领域里。比如纳米大小的造型、成型技术和在 1cm³ 方糖上纪录庞大信息的光刻技术、移动电话用燃料电池、往体内疾患处直接送药的控制技术等，实用化的呼声越来越大。美国在这个领域里占有领先地位，目前已列入了国家项目。现在正在开发吞服包有数毫米大小的 CCD 摄像机的胶囊，对体内进行拍照，这种器械在不久的将来就会变成沙粒大小。

如上所述，微型机械和纳米机械技术将大大影响机器人的结构，这是

因为要再现具有多关节的人的身体，就需要超小型化的驱动装置的缘故。比如要制造精巧的手就需要制造与手同样的手指关节，其每一个关节里安装的驱动装置和齿轮需要用纳米技术和微型机械技术开发才能实现微小化。还有，像人的肌肉一样柔软的用电压改变形状的人工肌肉技术也与纳米技术及微型机械技术分不开。人工肌肉是刚刚诞生的技术，尚不成熟，目前正在研究果冻样的柔软的分子化合物（像尼龙的东西）和用半导体技术合成的软金属用电信号控制的方法以及模拟实际生物反应的电气控制等方法。分子化合物的方法是非常初期的研究方法，目前应用于插入体内的导入管的实用化中，而在美国连苍蝇翅膀动作的电气控制也正在研究之中。将来有可能实现利用纳米技术开发新材料，利用微型机械技术组装手指关节。

GUARD ROBO C3（综合警备保障）

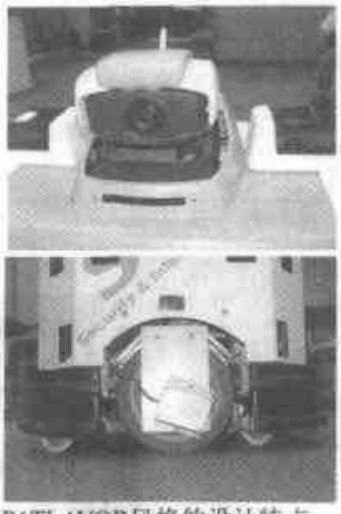


GUARD ROBO C3

身高：12cm
重量：120kg
速度：50cm/min
工作时间：2.5~3小时







PATLAVOR风格的设计特点。还装有红色回转灯。

■ GUARD 的历程

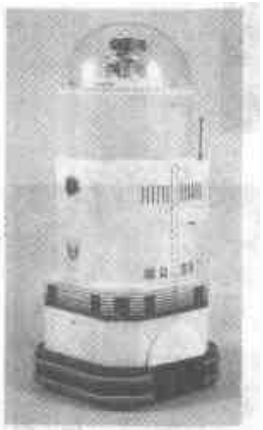
HISTORY OF GUARD ROBO

1982 着手研究开发警备用机器人

1985 GUARD ROBO 完成1号机(A型)

1990 GUARD ROBO 完成2号机(B1型)

1991 GUARD ROBO 完成3号机(B2型)



GUARD ROBO B2

1993 GUARD ROBO 完成4号机(C1型)

1995 GUARD ROBO 完成5号机(C2型)

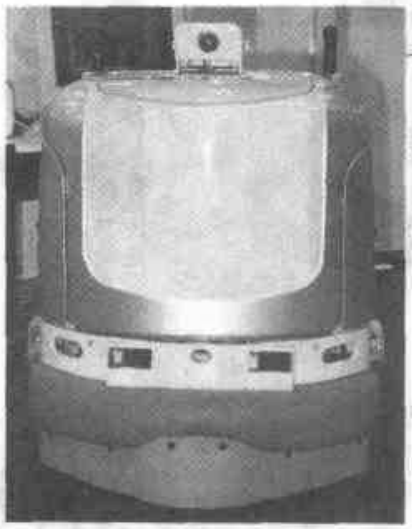


GUARD ROBO C2

1999 GUARD ROBO 完成6号机(C3型)

从 1982 年开始，一直开发警备用机器人的综合警备保障的最新型警备机器人。在这个领域里面临的是人头费的削减和老年化问题，迫切需要实现机器人实用化。P3 型是研究开发的最新成果。搭载烟、火、人体、漏水和红外线等传感器，检测建筑物中的异常情况，并用无线电传递到监视中心，根据入侵者的声音发出警告。头部的摄像机是 Web 照相机，可通过无线电远距离操纵。图像在监视中心录制的同时，通过网络在远处也能看到。另外，通过超声波传感器和光传感器及压力传感器等，可移动调整与人的距离，平常是"与人和睦相处"很礼貌的机器人。驱动走行是靠两个车轮，根据预先记忆的地图自律走动，不需要操纵手也不需要标识等引导设施(只需上下电梯口一侧的改造，使其自己呼叫电梯并能自己进入电梯间)。当电池的电量不足时会自己回到充电处充电。C3 型是把 C2 型小型化并在正面内藏液晶接触显示板和声音识别功能的新型机器人，可进行接待引导和收发业务。

RFS1(富士重工)



RFS1

总重量：135kg
主体重量：85kg
走行速度：15m/min、30m/min、50m/min
连续工作时间：4小时以上



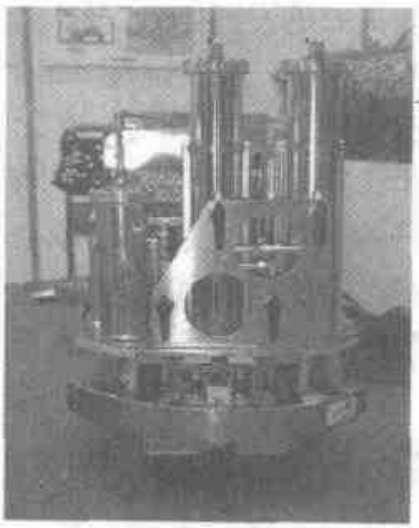




上图是根据所识别的立体图像测定距离的机器人

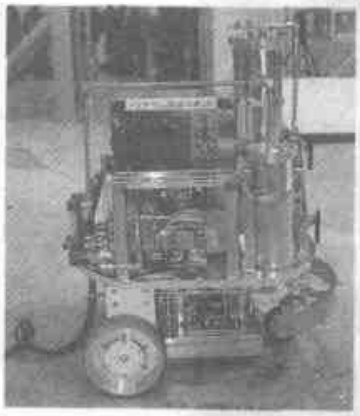
从汽车到飞机拥有庞大事业的富士重工的办公大厦里的清扫机器人。如果预先指定时间、地点则自动从驻地出发，并自动避开障碍物进行扫除，然后回到驻处。而且还有不给地毯等物留下车辙等痕迹而设计的改变清扫模式的功能。最近的样机还可以上电梯，电梯口一侧增设了感光装置，通过光信号自己呼叫电梯，确认门的开闭状态后上电梯，并指定目的楼层，到目的层下电梯继续工作。对于具备一定设施条件的大楼内的清扫，在均一性和效率、经济性以及扫除时间的灵活性等方面机器人比人更为有利。清扫机器人的自律行走技术与汽车的自动驾驶技术有关联，这也是该社注重清扫机器人的原因之一。为了通过摄像监视，清扫机器人配有远距离控制的摄像机。

AV-AWR1(富士重工)



AV-AWR1

身高：105cm
总重量：160kg
最大速度：10m/min
最小回转半径：66cm







水底清除放射性污染用HIPPO型机器人。有可潜入3m的耐水性。

清除原子能发电厂等放射性污染物质的作业机器人，是由富士重工和增田研究所及化研三家联合开发的。与放射性关联的设施发生故障时机器人的作用是世界所公认的。这种机器人与通用机器人不同，是专门为清除重氢污染而开发的。往地面上的重氢喷洒臭氧使其反应、吸附的方法，与用刷子擦拭的传统方法相比，臭有污染物扩散少、对作业者和环境的负担少等优点。没有搭载传感器，可用遥控器进行远距离操纵。还有该社正在开发进入原子炉内进行真空扫除的 HIP-PO 型清扫机器人，不用排水直接潜入水中进行工作，这也是遥控器操纵。当然爆炸的危险越高这种机器人的利用率也越高，此外各种各样的机器人也正在商品化当中。

[附栏 6]应付放射线事故的救助雷鸟(thunderbirds)式机器人救助队

在传颂双足步行机器人和宠物机器人的同时,在人们的生活舞台上还有实实在在的产业机器人。在人们不能活动的环境和不能到达的场合中进行极限作业的机器人属于这一类。其活动范围十分广泛,可以在从大海到宇宙的"极限环境"下工作。比如从母船潜入 1 千多米深进行海底探测的遥控器操纵式水下机器人和在宇宙空间组装宇宙空间站的机器人等最为出色。

另一种是在极限环境中即与原子能关联的设施中,代替人作业的机器人的开发,该开发是在 1999 年东海村事故以后重点投入的。这之前曾在 1983 年国家项目研究开发中,作为其成果公开的是四脚二手并搭载上半身的希腊神话中的肯农武士形机器人,而最新的放射性事故对策机器人不是单机而是组成团队的,各自分担不同领域里的工作。即"救助队"型系统。



SMERT-M&H 东芝



MARS-A 三菱重工业

目前在日本应付原发性事故的机器人实际上只有二个组队。当然目的都是一样的,不过由完全不同的部门分别担负开发任务。其一是由经济产业省委托财团法人-制造科学技术中心开发的原子能防灾支援机器人系统。一旦发生事故,机器人救助队用专用牵引车运到事故现场,由在另一辆牵引车上的指挥室指挥操作。先到达现场的是作业、监视机器人"SMERT-K"和"SMERT-M"。通过搭载的摄像机和温度、湿度、氢、氧浓度、伽玛线以及中子线等传感器监视现场作业情况。相当于救助 1 号。驱动机器人的手和专门开发的开闭工具可开门进入建筑物内。开门工具是用吸盘吸住门然后

伸出车轮自行走到门前把门打开并加以固定,对确保机器人顺利进入现场起着关键性的作用。根据情况在SMERT-M的车架上搭载小的SMERT-K,在中途也可使其分离先行。

现场中担当轻型作业的是SWAN,它配有6个自由度的机械手,可更换机械手的工具进行管路的开闭和收集现场样品等作业。各种工具排放在SWAN的后面,可自行更换。设计的履带可改变角度和形状,在通过狭窄地带的同时还可以爬急坡和踏破障碍物。为了把握现场情况顺利进行作业,还配有可表示3D的立体摄像机。可更换工具作业的就相当于THUNDERBIRDS-2。

进一步做复杂作业的是MARS-A和MARS-T。MARS-A搭载有关节的机械手,通过更换专用工具担当开闭门和管路以及配管上开孔等作业。为清楚的观察手头的作业情况,在前端装有搭载摄像机的机器人臂。MARS-T是为MARS-A搬运工具和重物的搬运机。为了防止上部货架上的货物在上坡和通过障碍物时防止掉下来,设有保持水平的平衡装置。不管哪一种机型都装备有对地面适应性的履带,擅长走不平路和台阶。这就是THUNDERBIRDS-2。

作为救助队由日本原子能研究所委托开发的就是RESQ团队。其作用相当于救援机器人系统团队,由先期进入现场收集初期信息的机器人RESQ-A,随后到达现场收集详细信息的RESQ-B,搭载机械手收集样品等简单作业的RESQ-C,以及在放射性污染很严重的现场进行轻型作业的RaBOT等四台组成。不管哪一团队都还在试验阶段,通过验证后会正式被启用。

■ 在瓦砾堆中探查生存者

救护机器人作为新的领域格外引人注目。以救人为目的在灾害现场活跃的机器人,不知何时能出台,由于费用的缘故其开发一直没引起重视。但是阪神淡路大地震和火山喷发等大规模的灾害教训,为今后的普及应用进行了有力的推动。美国开发的进入瓦砾中拍摄寻找幸存者的遥控式履带机器人,正好在纽约世界贸易大厦被撞现场中得到了实际应用。



SWAN日立制作所



Hopis(三洋电机)



Hopis

身高：21cm
重量：0.75kg
声音识别模式：HMM
(Hidden Markov Model)





是、否以外的信息用红外线遥控器输入。通过Hopis转送到中心服务器。

机器人不只是走动和表演动作，面对高龄化社会，在家庭中管理健康和确认起居等用途的机器人的实用性试验也正在进行中。三洋电机正在开发在宠物机器人上内藏传感器和通信功能的，能愉快的管理健康的，穿布衣的亲切可爱的机器人。问诊等基本操纵由声音识别完成，血压和体重及体温等的输入则用红外线遥控器进行，夜间用内藏的 PHS 发送到中心服务器。其信息可通过网络阅览，医生根据患者的每日积累的信息对患者进行准确的诊断治疗。用摄像机的 PDA (Personal Digital Assistant)把饮食的信息送到服务器中，由营养师计算热量，经过医师的同意营养师可指导患者的饮食。除了本社以外，松下电器也正在进行起居管理机器人的实际应用试验，同样采用很可爱的外观形状。

清扫机器人(三洋电机)



清扫机器人

身高：15~27cm
宽：30cm
工作时间：2小时(每次充电)



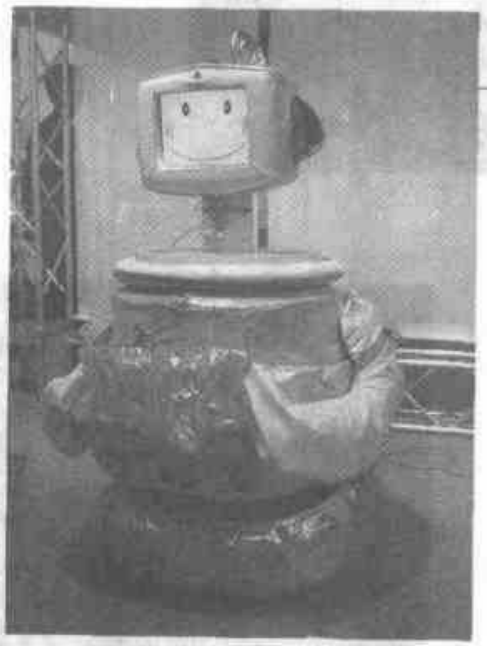


不知为何而设计的大型清扫机器人。真可爱！

像过去的科幻动画一样，家用电器的机器人化也正在研究中，将成为第一号的是清扫机器人。这里应用传感器和驱动系统中的机器人技术，容易实现自动化，在地面上自动走行并避开障碍物进行清扫。家电厂家正在竞相开发此类产品，所示照片是三洋电机的产品。平常放在充电处，可进行无电缆清扫。松下电器和英国 dyson 公司也正在积极开发，很快就可商品化。外国宽敞的房子暂且不管，对日本的狭小的房子来说其作用很难说清，但不知为何日本人也十分欢迎清扫机器人。

妹妹(服务型机器人研究会)

日本东北大学的中野荣二教授与各企业厂家组成的服务型机器人研究会开发的服务型机器人。利用配置在主体周围的超声波、红外线、光和接触等传感器监视周围，避开人和障碍物行走。因胴体裹着橡胶所以即使发生碰撞也不会受伤，考虑得非常周全。移动也是自律型的，没有客人时也可以在店内自由走动。脖子下面有托盘，可放菜谱，常应用在饭店中。名字为中国名的就在中国风味店使用。



妹妹

身高：120cm
重量：90kg
移动速度：1km/h





碰撞橡胶围裙也不会受伤。

网站一览













独立行政法人 产业技术综合研究所
■http://www.aist.go.jp/

富士通自动化株式会社
■http://www.automation.fujitsu.com/

川田工业株式会社(航空机械事业)
■http://www.kawada.co.jp/ams/

NeCoRo
■http://www.necoro.com/home.html

Personal Robot PaPeRo
■http://www.incx.nec.co.jp/robot/

日常活动型机器人计划 (Rchovie)
■http://www.mic.atr.co.jp/~michita/everyday/

CUBE ROBOT PROJECT
■http://www.cam-system.jp/index_fla.html

LEGO Mindstorms
■http://mindstorms.lego.com/japan/

tmsuk株式会社
■http://www.tmsuk.co.jp/index2.html

综合警备保障株式会社
■http://www.sok.co.jp/

社团法人 日本机器人工业协会
■http://www.jara.jp/jp/index.html

日本科学未来馆
■http://www.miraikan.jst.go.jp/index2.html

Chapter 5

机器人开发访谈录



ASIMO 开发访谈录——竹中 透

■ 分身的概念＝仿人形机器人

——请问本田开发双足步行机器人的原委。

竹中：首先，我所属的基础技术研究中心自 1986 年成立以来，一直探索在技术方面起决定作用的领域。其中我们注意到了飞机、喷气发动机和二分之一的轻型车等各种课题。本田是一直从事以汽车为主的移动机械生产的厂家，以往生产摩托车接着生产汽车进而开始研究飞机。进行从二维到三维空间的移动机械研究，那么下一个该是四维的了。但是，实际上在四维空间移动是不可能的，于是思考超越时空的存在物，那么这个超越时空的存在物是否就是自身的分身再现呢？因此以分身的概念入手，开始了仿人形机器人的开发研究。

——其后双足步行机器人技术的研究进展如何？

竹中：研究开始后的三个月就可使静步行机器人走路了。本田是制造厂家，不管他如何动脑筋其形状仍摆脱不了制造厂家的影子。于是从雏形的步行机器人开始琢磨其形象。由此引出了各种各样的问题。

——都出现什么样的问题？

竹中：总之是保持平衡的难点。从 E0 到 E3，就初期开发的机器人来说，地面稍微不平就立刻跌倒。因此为了不让它跌倒把地面平整成倾斜度在 0.1 度以下的状态。



竹中 透

Toru Takenaka

株式会社本田研究所第5研究室主任研究员

Profile

1958年生于爱知县。东京大学毕业后，就职于机电一体化有关企业，1989年调入本田技术研究所。以后从事E系列、P系列、ASIMO的研究开发工作。

——解决这一问题的关键是什么?

竹中:以前认为硬的东西更稳定,机器人的脚底也考虑用硬面。其实正好相反,当脚底硬面与地面接触角稍微变化时,不知何处受到集中力就会跌倒。为此改变了思路,本田将 E4 的脚面仿照手掌做成脚掌,并粘贴了四个圆柱状的橡胶棒。又在脚掌上粘贴 1cm 左右厚的合成橡胶,使其更加柔软。这样就收到了奇效,使 E4 能在高低差为 1cm 的地面上走动了。

■ 步行控制理论的完成

——解决了地面不平问题,下一个目标是什么?

竹中:在下一个 E5 中,进行了在规定的区间内能够自由步行的研究。因此在 E5 的步行功能中增加了直行以外的拐弯功能。而且搭载视觉功能,可识别标识和墙角。根据储存的房屋地图,可与地图信息相比较判断走路。这一技术在 E6 中完成,但控制步行姿势体系的完成是以后的事了。

——请说明一下姿势控制有关问题

竹中:由地面反作用力控制、ZMP 目标控制、着地位置控制等三个要素组成。地面反作用力控制是用腿部找平衡的问题,ZMP 目标控制是往倾倒的方向主动对上身加速的控制技术。施加向前的加速时反向的惯性力会把身体扶正。与此同时,把另一只脚正确的移到着地位置的是着地位置控制。因此 ZMP 目标控制和着地位置控制可以说是合二为一的控制系统。不过这两个力的作用也是地面反作用力控制的结果。比如使劲踩车的加速器时,车体是否向后仰呢?这是有弹性的悬挂装置支撑四个轮子而产生的现象,即上面提到的用 ZMP 目标控制把上身加速的一个原理。正因为如此,有了脚面的柔软性,地面反作用力控制和 ZMP 目标控制也就能充分发挥其功能。

——形成了步行控制理论,下一步就是要开发 P 系列吧?

竹中:是的。不过初期的目标是在办公室走动的机器人,E6 已达到了这一目标,因此我们把研究的方向转移到添加手臂上。我也跟着研究手臂,不过我想把 1991 年已完成的姿势控制理论进一步系统化,带着这一想法研究手臂,结果在 E6 身上完成了新的姿势控制。这个理论已在 P1 中形成了。初期的 P1 比 P6 的稳定性差,也发生过怪现象。(笑)随后把 P6 的控制技术用于 P1 时,P1 也非常稳定,可进行开窗帘和按开关等多种试验。

■ 从 E 系列到 P 系列

——在 P 系列中增加上身时有什么新的困难吗?

竹中:在 E6 中完成控制技术的结果,其全身就像一个倒立的钟摆,好像手掌上立一根棍棒似的。搭载上半身和手臂好像一根棍棒上搭上重物一样。在复杂的机器人中,很容易增添上身和手臂的组装工作。

——之后,在 P 系列中带着什么样的想法进行研究的?

竹中:在 P1 中有外置计算机和电

源的电缆，从 P2 开始则想全部无线化。接着把这个本田双足步行机器人 P2 最先向外公开。随后在全部搭载无线控制的基础上，为进一步实现小型化的目标而努力。P2 和 P3 在控制上是相同的，但其大小相差甚远。在重量方面也从 210kg 降到 130kg。

——实现小型化的关键是什么？

竹中：最关键的是各功能的分散化。这之前是集中在一个地方用电缆连接各部的马达进行控制。但在 P3 中，改为以 1～2 个马达为单元进行分散控制。于是每一个关节都有附带计算机的马达，从集中管理用计算机向这些马达传达角度等各种指令。其结果节省了很多配线，在马达方面也从原来的带电刷的伺服马达改成无电刷的伺服马达。这不仅仅是有无电刷的问题，前者的转子是电磁线圈，定子是永久磁铁，而后者的转子是永久磁铁，定子是电磁线圈。这样，线圈在外的散热好，而以往的则不好散热，只好用大的马达。这一改变使马达缩小了三分之一到四分之一。

■ 2000 年 ASIMO 诞生

——2000 年公开的 ASIMO 其大小终于缩小到 120cm，这个大小有什么依据？

竹中：是啊，本田的目标机器人是和人具有共同生活空间的作业型机器人。根据这个目标调查家庭环境，按开关和取桌子上的东西等作业，所需要的最低高度为 120cm。也考虑过最高 160cm，但选择了技术上最难的最小的机器人。下一步首选目标是开发给大家带来更亲切感的机器人。大的机器人怎么看也是具有居高临下的威严感。

——具有浑圆的设计，是否也使人感到亲切？

竹中：是的。但是，至今的设计概念还是沿袭生产厂家的制造业风格。从设计 P2 宇宙飞行员形象开始，延续到 P3 成为具有亲切感的机器人。ASIMO 是更加注重可爱性的设计。

■ 进一步提高步行能力

——听说在步行技术方面有新的进展。

竹中：是的。P3 以前的系列要想改变步伐和方向都要停机后才能进入下一步动作。但是在 ASIMO 中可连续进行，这种可连续处理的功能称为智能处理功能。通过它可自由自在地平稳地改变步幅、方向、步频等。因此在公开表演时，可以连续将 0.5 秒的步频改为 2 秒。实际上这种慢条斯理地走法，更不容易倒。（笑）相对来说还是比较迟钝，尚不能作很细微的动作，因此稍微有纰漏就容易败露。这一部分也被智能处理功能所遮盖。

——智能处理功能具体来说是什么样的步行技术？

竹中：简单的说，如果发出向右转弯的指令时，先预测动作趋势再作动作的技术。人在骑自行车向右转弯的时候把方向盘向右打的瞬间自行车则向左摆动，因此需要把重心移动到转弯方向内侧的预动作。ASIMO 也可以作出同样的预动作。比如把向右转弯的指令迅速变为向左转的指令，那么

就把右侧的重心立即转移到左侧，这种状态下即可连续稳定地向左转弯。在这之前没有这个技术的 P3，是预先把几个标准的步行模式改成不同的执行模式储存到数据库里，用这些数据合成的办法来实现某种程度上的任意转弯步行。比如要先把 0.9 秒的步频和 40cm 的步幅这两个数据储存起来，把步幅用 2 除就是 20cm 的步幅，转弯也就根据步幅每迈一步转 30 度，再除 2 则每一步转 15 度。这样靠储存的步行数据，合成不同的步幅对应不同的角度。不过，这时步频必须相等。若步频不一致则把两个数据合成时另一方的数据对不上，因此虽然步调是一致的，但迈步的中途改变步行模式无论如何也反映不过来，这是不行的。以前，在研究中心用 P3 作过避开障碍物的试验，房屋里放一把提琴，通过 P3 摄像机的信息试图在远距离控制避开，但太困难了，(笑)操作不及时就没有反应，机器人的远距离控制是很难的。再说像鱼状的脚看上去也不怎么好看。

——解决上述的问题的是智能处理功能吧。

竹中：可以这么说，对应变化的动作可做出应急反应，不用每每停机操作，也用不着计算机里储存那么多的步行模式，程序也很简单。另外，现今的租赁机器人就可以自由自在地爬楼梯。那时的 ASIMO 在爬楼梯时，若是梯宽 25cm，阶高 15cm，则认为是连续的楼梯台阶，按存有的重复步行记忆爬楼梯，当然事先不准备那是不行的。可现在的样机则可一段一段生成步行模式。

——据说 2000 年 4 月开始可以租赁，能生产多少台？

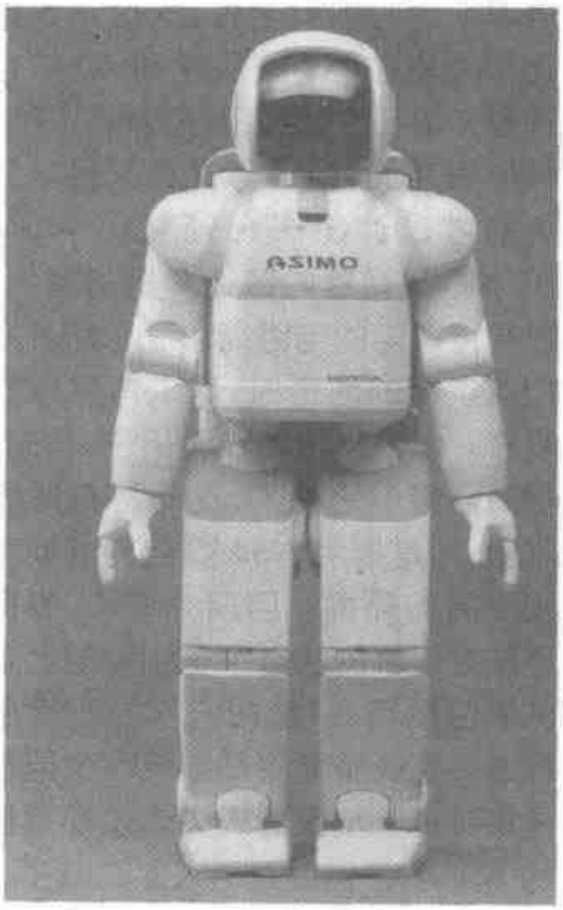
竹中：是的。目前工作的 ASIMO 有 10 台左右。今后面向租赁要进一步扩大生产。连锁店也已形成，正在栃木县和铃鹿巡回展示，今后在全国展示的机会也会增加。

■ ASIMO 的今后的目标是什么？

——今后，ASIMO 进一步改进后的前景如何？

竹中：首先考虑身体方面，轻量化和软件化一直是很大的课题。绝对不跌倒的机器人是不可能的，因此就得考虑跌倒时的安全性，这仍然是轻量化和柔软性问题。在 ASIMO 中也将注意力放在夹载零部件困难的关节的外形等方面，但仍然又重又硬。费很大劲才设计出一台轻量化 ASIMO。ASIMO 是背着内藏计算机的背包，通过简化其中的电路缩小了体积。通过门或狭窄的地带时，这个背包总是个累赘。(笑)从功能方面来说，首先，要提高环境识别能力，这不是指操作人本身，而是指用 ASIMO 自身的视角识别周围的环境。目前 ASIMO 的视角是站立停顿的状态下识别地面上粘贴的黑白标示，只能把它作为步行的目标一次性长距离移动。下一个目标就是将其进一步改进成边走边视觉识别的 ASIMO。再就是与人的交流了。目前研究用 ASIMO，若有人说话即可转向说话的人说"什么事？"。(笑)把这一功能进一步充实，要增强人机对

话的功能。不单是语言而且具有五感的智能机器人也在考虑当中。与人共同工作、判断同伴状态的自动协调机器人也是可能的。比如与机器人合作抬一块重物，为了平衡机器人把重心往后倾斜，机器人能判断这一趋势就能与人一起随呼吸节奏动作，相反如机器人作预备动作，人也能预测机器人的下一步动作。作为仿人形机器人的最大特征是否就在这一点上呢？若限定工作范围则会作出更合适的机器人，但预测非仿人形机器人的动作则是更困难的。比如将靠轮子行走的机器人放在旁边时，它有可能会突然跑出来。（笑）若是仿人形机器人的话，则在迈左腿之前必须作重心往右腿转移的动作，因此有安全感。



■ 人与机器人的灵活协调关系

——最后请问理想的机器人是什么样的？

竹中：当然是与人共存的机器人，但要构筑人与机器人相互灵活沟通的关系。不单是带给人快乐，而且由于它的存在会使人更加活泼、更加激发创造力。这个例子就是汽车，随着便捷的汽车的普及是否人更懒惰了呢，不是的。人的活动范围扩大了，生活更加丰富了。希望机器人也同样能起到积极作用。

——今天到此为止吧，谢谢。

SIG/ PINO/ POSY/ P-noir 开发访谈录——松井龙哉

■ 机器人设计的方法论

——以 PINO 为代表对机器人的设计起到了积极的影响，请说说前后的原委好吗？

松井：在以研究人工智能和生物工程研究而闻名的北野宏明博士所承担的国家项目中，我有机会承担与外形设计师有关的课题，从此开始了机器人设计方面的研究。最初的机器人设计，在外形设计行业中也是较新的课题，我想以往的工业产品和智能机器人的设计的方法论也不同。实际上最初接触 SIG 的设计时，也曾感觉到与工业设计的不同。通过这一经验，我认识到机器人的设计不是传统设计的延续，而是超越观念的新的领域。于是我想有必要建立与工业设计不同的独立的领域，以此为目标展开了工作。不过对我来说，主要的工作不是机器人而是外观设计，可以说是以此为主题的机器人设计。“将看不到的东西进行形象化就是设计”，在此观念上，机器人的形象设计是完全可能的，但包含着与传统的设计词义不同的很多有趣的要素。于是我觉得这是个挑战设计师的好课题。在销售市场成熟的领域里，要制造商品就要有销售的高明的方法。但是，要把不成熟的市场搞活，就需要独创的能力。我觉得机器人就是有挑战的领域。



松井龙哉

Tatsuya Matsui

Flower 机器人技术株式会社 代表/设计师

Profile

1969年出生。丹下健三・都市・建筑设计研究所工作，从1997年开始到法国国立高等工业大学留学。1999年作为科学技术振兴团ERATO北野共生系统计划的研究员设计了SIG/PINO。2001年创立Flower机器人技术株式会社。

——在机器人设计中，发现什么新的理论？

松井：这是今后的事。但把机器人的现状介绍给大家也是设计师的份内工作。

——所谓现状介绍是什么？

松井：目前还不能说是人的伙伴，但有作为新的创作物的感觉。详细分析所设计的机器人的特征和机器人与人的亲和性以及围绕与人关联的环境等问题，在设计时必须加以考虑。不是只下苦功夫就能设计，我在设计机器人时也认识到调查现实情况是非常重要的。

——这样的认识在 PINO 的设计中有所反映吗？

松井：是的，PINO 是以"半成品"作为设计课题的。通常在工业设计中为了安全是不允许暴露内部机械的。但是在 PINO 中大胆地设计成能看到内部的方式。当时 PINO 刚刚诞生，感觉其形象与功能不协调。实际上双足步行的探索也刚刚开始，具有稳定走路的设计是不可能的。这就好比菲亚特的发动机上外装费拉里的装束一样非常不协调。在这种感觉下，总觉得缺点什么，因此在 PINO 的设计中有那种感觉是很必然的。

——在其他领域中受到过启发吗？

松井：从了解人体的角度出发看过芭蕾和医学书。为研究人与人造物的空间关系学习过建筑知识。觉得没有直接的关系但经常看电影。

——比如是什么样的作品？

松井：少儿时看过印象最深的是《星球大战》。比起 C-3PO 不知怎么喜欢上了 R2-D2，也许觉得它是智能机器人的缘故吧。重要的是，不在设计的怎样，而在于自己感悟到了人和机器人共存的未来。不是单纯的喜欢机器人，而是感悟到机器人所内涵的某种世界观的启发。这是很有趣的，工程师与设计师在机器人设计中有点不同，从工程师的观点来说多半是以机器人为中心看世界，而像我这样的设计师则是首先考虑周围的环境，然后再考虑机器人在这个环境中如何存在。

■ 机器人＝一朵花

——听说 Flower 机器人技术是从 ERATO 北野共生系统企画中分离出来的，是吗？

松井：是的。因为，今后在机器人产业化的过程中机器人装饰设计是不可或缺的领域。其中，像我们的设计今后会更加生机勃勃。

——Flower 机器人技术这个社名的由来是什么？

松井：研究仿人形机器人存在的意义时，从某种意义上讲其研究的实质是探索"人是什么？"的理性的好奇心的学问。实际上为弄清智能系统，可以开发搭载苯重计算机的机器人或开发单纯模仿人的骨骼等各部器官，作为一个系统的机械装置来研究。所谓机器人就是"有生命的存在物"，在这一点上与产业机器人是不同的，也不同于人的暧昧的存在。与该意思相同的词我想应该是"花"。花也直接给

予了人们很多东西，周围若有一朵花那么我们就会学到很多知识。比如浇水、日照可使它成长变化。这样的灵感思维是重要的，是不能用单纯的开关关系所能解释的。今后的机器人就涉及到"自律"这一关键词。这也给我们有生命的感觉，也可以说是考虑生命的启迪。开发 PINO 也已有两年了，但每看到一次都有变化的感觉。在这个意义上说，希望大家理解为机器人也内涵着像花一样有生命的客观存在。

■ POSY 新型的展望

——听说正在开发新型的机器人 POSY?

松井：是的。日本 SGI 看到 PINO 后，给我们发了订货单，为此我们研究了具体的方案。通过对 PINO 的研究充分了解双足步行机器人的难度，觉得此路不通，因此考虑稳定的车轮型机器人。

——当初的设计概念是什么样?

松井：职能是"接待员"。考虑胜任从办公室到会议室等接待任务的机器人。除此之外，为在其身上如何体现世界观和形象等，进行了很多方面的考虑。

——开发的情况怎样?

松井：正在开发中，说实在的，要"上班"尚需一段时间。目前说是接待员还不如说是作为 POSY 装束的感觉，为改变这一形象，正在进行各种各样的功能试验。

——除脖子和手脚能动以外，还有那些功能?

松井：正在研究当人接近时能识别反应的功能。为此需要储备很多动作模式，编制可在 POSY 身上选择组合动作的输出程序。起初的 POSY 项目本身，不局限于功能方面，非常重视形象。因此，最初提出方案时，曾经提出将其设计为非常漂亮的女子作为担任接待员工作的机器人。那时，有不少想求教也无处求教的部分。这样就成了 POSY 的形状，在增加表演功能的时候，有人提出用轮子移动的建议，确实受到了大家的关心和支持。这一提议相当重要，不仅引起对机器人的好奇心，而且还唤起了对 POSY 型号的支持，在开发机器人中起到很重要的作用。在机器人开发中，以国家级和大企业为中心进行研究开发，不是谁都能搞得了的。对机器人抱有梦想的人们在小范围内组织起来立项，靠大家的力量也是件好事。比如在 POSY 中的那个女人的形象就是各个领域的很多专家的智慧结晶。这里就有造型专家和服装设计师等各种各样的领域里的人士的参与。从这一点来看好像成了一件手工艺品的项目。我想这种模式就是 21 世纪新型立项模式。POSY 的项目今后还要继续 3～4 年，到那时，POSY 也将成长为三岁左右的孩子了。

——POSY 这个名字的由来是什么?

松井：是一种花的名字，是结婚典礼中捧的花束。科学技术是实现人们愿望的寄托，这一寄托我用 POSY 来表达就是了。POSY 这种花在日本不

怎么有名，但在欧洲很有名。翻开历史看，曾经在意大利流行鼠疫死了很多人，据《黑色死亡》一书记载，因当时医学不发达，人们把希望寄托在这个花上。有了这个历史，作为光辉生命的象征，觉得这种花有着特别的生命观。因而从祈祷科学技术发展给人们生活带来光明的角度出发，启用了这个名字。还有 Flawar Girls 的意思是指结婚典礼上的持花少女。在教会举行的结婚典礼上，有神父、领誓言的司仪等各种各样的角色，其中持花少女是天使的象征。这个天使是仪式进行中非常重要的角色，她的介入使人们感觉到幸福。我希望科学技术也起到这样的作用。总之，这不单是作为一个物件而是希望犹如天使般的存在。

■ 穿上衣服的机器人

——POSY 穿上衣服这也是特征性的装饰吗？

松井：这是非常重要的问题，我们是在西服中注入了"反射板"的概念。结婚典礼中引人注目的持花少女穿干净的衣服，天使般的把花运来，见到此景的女士们有什么反应呢，用斜视目光看那个持花少女的脸。目光对视时，脸就变得非常明亮。就这样，为使 POSY 给人增添光彩，在裙子的材料上也涂上反光的白色染料。其染料透气性好，有助于马达和蓄电池的散热。以往的机器人全是硬的机壳，很早就有用有机材料包裹的想法，打算给机器人穿上西服。

——与 PINO 相比 POSY 的设计更接近人的相貌？

松井：POSY 以搭载两只眼睛进行挑战。而 PINO 为了与 CCD 摄像机相匹配只好将眼睛设计为太阳帽形，这样的设计也成了一种类型。在 POSY 中内藏两个摄像机，为表现两个摄像机而设计成两只眼睛。不过，机器人的设计逃不出几何学的框架，要逃出这个框框是很难的。与人的眼睛完全一样是不可能的，但是可以做成介于机器人与人中间的比较匀称的眼睛。

■ 丑角 P-noir

——今后能搭载极像的眼、鼻、口吗？

松井：是的。下一步准备的 P-noir 的脸部就很有特点。这个机器人是模仿皮耶罗的。这里有口，但不能张合，不过能做出两种表情。PINO 和 POSY，不管哪一种均考虑机器人的社会角色，但 P-noir 是反映自我个性很浓的机器人，是为日本科学未来馆展示而制造的，但由于各种原因仍有很多不满意的地方。"P"是"皮耶罗(Pierrot)"的意思，但在各国展示中颇有耍马戏的感觉。作为以展示为目的设计的机器人，当人们围观捧场的时候，我的感慨也就倾注在其中了。

——公开 P-noir 以后的计划是什么？

松井：决定三月左右让 POSY 在巴黎模特大赛上登场。当然，作为机器人从来没有在巴黎模特大赛中展示过，这对我的一生来说是很重要的。

■ 梦想是登台与主角共演

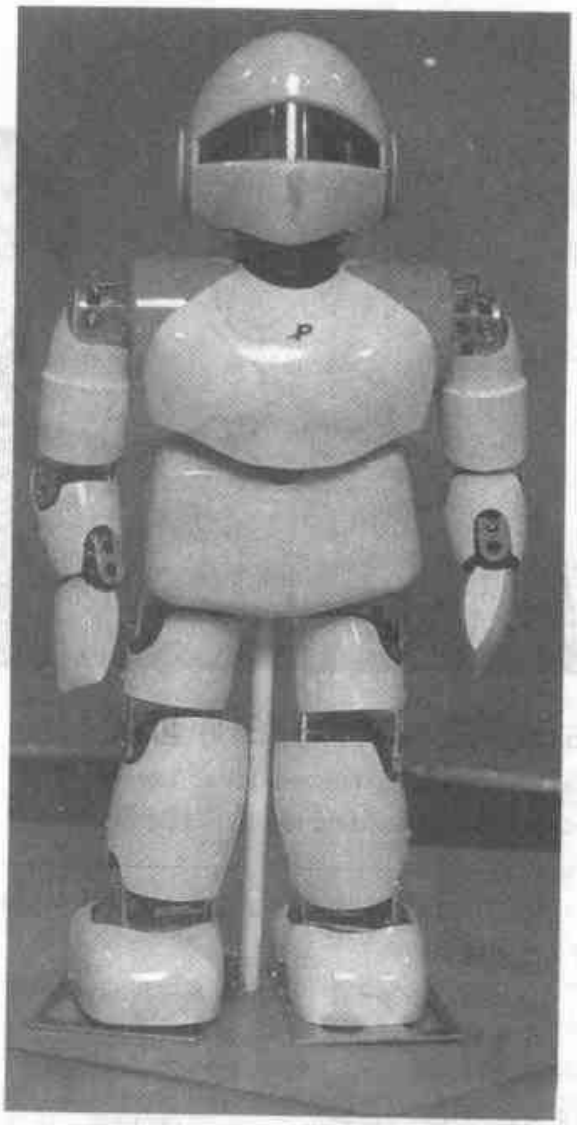
——今后从事智能机器人的最终的目标是什么？

松井：机器人将成为进入我们的生活中的一员，但对我的挑战是，制造既能自律又很漂亮的机器人。最终的目标是与主角演员一块上台表演。我曾居住巴黎，经常去歌剧院，那里的歌舞剧中的主角是世界公认的芭蕾舞演员，我的目标是制造能和她共演的机器人。机器人只会优美的舞蹈没有什么意义，只有成为很好的为人服务的机器人才有意义。当实现这个目标的时候，从第三者的角度看人和机（机器人）的关系时，会出现当今世界上无法想像的美好的境界。若真的实现人与机器人和谐共存的情景，我想无论如何对艺术世界来说也是一种贡献。估计 2030 年左右就能实现此目标。

——最后希望对机器爱好者说几句话吗？

松井：我们是独立的部门，是像设计 Ferrari 汽车的 Pininfarina 一样特殊的部门。最高级的技术需要最高级的表现方式，若你也这样想，那就一块努力吧。（笑）

——今天谢谢您了。



morph 开发访谈录——古田贵之/奥村悠/田原哲雄

■ 没有分工的开发体制

——在开发 morph 中从各自的分工开始谈好吗?

古田:我是开发组的负责人,担任整体的概念设计、系统硬件设计、控制以及动作形成理论等方面的工作。

奥村:马达等驱动装置由控制器来控制驱动,我担当编制控制程序,此外,还担当步行程序的控制理论和驱动马达的计算机控制程序等。

田原:我担当主控计算机的开发,以及操作系统(OS: Operating System)的放大器,程序库等。下一步是决定驱动马达的控制器和主控计算机的连接母线的构造,并建立程序库等工作。



古田贵之/奥村悠/田原哲雄

Takayuki Furuta/Yu Okumura/Tetsuo Tawara

ERATO 北野共生系统企画 博士/技术员

Profile

古田贵之:1968年生。工学博士。青山学院大学理工学部富山研究室助教,开发出Mk系列。2000年北野共生系统企画研究员。

奥村悠:1976年生。从事Mk系列和morph的研究。2000年项目技术员。

田原哲雄:1976年生。在青山大学研究智能机器人,2000年项目技术员。

古田：原本我是担当理论方面工作的，现在也担当机械设计。田原的专长是程序，但现在从事控制理论进而电路设计也搞起来了。奥村则相反，原本是搞控制理论的，而现在编制基本程序甚至搞焊接传感器等电路板的制作等各种各样的工作。在制作机器人中，工作可分为几个方面。即控制理论、机械和电气的硬件、程序软件等三个方面。可是，在智能机器人中，这些工作无法分清，只搞一样就无法与其他工作衔接。因此，分工的界限也逐渐变模糊了。（笑）

■ 制作对人有用的机器人

——morph 的开发原委是什么？

古田：对于这个问题和我为什么开始智能机器人研究有关。我在中学时代因身体不好曾在轮椅上度过。那时真的想过如果有用腿代替车轮，用视觉识别周围环境，用人工智能驱动的机器人的话，那么，即使没有残疾人行道也可以到处走，那该多好啊。从那时起梦想制作一个对人有用的机器人。于是考入青山学院大学，加入研究机器人技术的富山先生研究室。可当时研究室的课题中没有双足步行机器人技术研究，因此决定先研究控制理论。小学时就喜欢作机械设计，中学时腿不好使的时候就开始学计算机。这样顺利的进入控制理论方面。其后的硕士和博士阶段一直研究工业用机械手。这样的技术只能在工厂应用，要说是实际应用吧，还真的没怎么用。因此控制也逐渐变成摆设，不知该研究什么。因此，趁 1996 年晋升助教的时候，经导师的批准，开始了仿人形机器人的研究。

——研究中有了什么样的构想？

古田：考虑对人有用的机器人的时候，浮现出各种各样形态。联想到人工智能驱动的机器人、家庭用服务型机器人以及工厂用机器人等。所谓的智能机器人，除了仿人形的特征以外，其身体的参数如何决定尚说不清。通常，对机械来说如果不知道功能就无法决定其尺寸和制造工艺。这就是智能机器人研究的难点，通常从外形入手。于是考虑目前需要什么，其结果就是需要研究各种机器人共同的技术问题。要研究步行控制和机器人的未来形象、识别、人工智能以及综合技术等。这样的话，在制作人工智能驱动的机器人的时候，只需要将其必要的技术拿过来就是了。若没有这样的基础技术，智能机器人的研究也就不可能了。在这里，为了研究与各种形态变化相对应的共同要素和综合技术的需要，相继研究开发了 Mk.5 和 morph。它没有直接带给人们幸福，但是它可作为研究和验证与其关联的技术要素及综合技术的机器人。最初制定的目标设计说明书已决定了机器人的形态。

■ 遇见有干劲的同事

——奥村和田原先生是从什么时候开始参加项目的？

奥村：1996 年开始与富山研究室来往，很早就有密切关系。从前加入青山学院大学的理由是我也想设计机器人。当然对富山研究室的大名也早有耳闻。那时还不知古田先生在这

里。(笑)1995 年入学,来往于研究室是从二年级开始的。正式成为研究室的成员虽是从四年级开始,但早已混得像老职工一样熟了。(笑)正是那时与同期的田原一块投入到研究工作。

古田:是很有干劲的二位。(笑)田原有"工作狂"的绰号,在编制软件方面已具有很高的水平。奥村也具有不知疲倦的投入性格。三年级的时候有 6 足机器人的课题,当时本科四年级和硕士二年级的学生花数月时间才作出来的机器人,他只用三四天彻夜不眠的时间就作出来了。(笑)

奥村:那真了不起。(笑)

古田:真了不起。(笑)程序也比硕士编得更好;工作灵活,绝对不是平庸之辈。奥村也很早就从事机器人的研究,田原也想设计更加接近人智能的机器人。

田原:中学是一贯制教育,无法选择学校,高中的时候有参观大学的机会,那时就知道富山研究室。参观研究室时看到古田先生正在研究智能机器人。

古田:二人都很优秀,也很热情。在四年级的时候,从来都没看见过"工作狂"上床睡觉。睡觉都是在计算机前把手放在键盘上打几个盹就是了。(笑)"工作狂"的梦想是要搞出在工作站上输出信息的智能化,总之程序方面的本领是出众的。一般硕士生需要三个月时间的程序,他只用三天就能完成。在青山学院大学的 Mk 系列的研究中,其核心成员只需我们三人再加一个人就够了。他们二人硕士二年级的时候完成了 Mk.5 的设计,其后我的助教任期届满,调入北野共生系统企画,他们二人跟着调过来了。这样三人开始合作研制的就是 morph 的 1 号机。

■ 概念是"实验验证用机器人"

——Mk 系列和 morph 在概念上有什么变化?

古田:有相互共同的部分,但概念上有很大的区别。是研究基本技术要素和综合技术的机器人,但 morph 超前一步,把安全性和全身运动的技术研究作为研究目标。从控制运动的水平来看,目前的仿人形机器人只能达到走路的程度,看起来很有趣,但达到实用化还差的远呢。若不能逾越障碍和在危险的工地进行土木作业,就不能说是完成了双足步行。不过,绝对不跌倒的控制是不可能的,在各种环境下与人共同作业,安全是很重要的。比如跌倒时控制移动重心使机器人倒向无人的地方,还要保护自身的安全,而且还能站起来等都应加以考虑。若不达到这种程度,就不能算作是全身都动作。曾经有过目标样机,各种企业生产的传感器、马达、半导体等在这个机器人样机上进行评估。这是实验验证的一环,把必要的设计加到机器人上,以实验评估的结果为基础,将开发的产品推向社会。机器人的实用化和产业化是分不开的,首先需要扶持与传感器和驱动装置等相匹配的零部件的开发。若能形成这种状态,则可自下而上自然而然地发展机器人产业。

——作为通信模块使用村田制作所的 Bluetooth,也可以说是那个概

念的一环吗?

古田:是的。在近距离无线电领域里,我想 Bluetooth 已成为主流产品。最近索尼公司也花大力气开发内藏这个模块的新型的 VAIO 机种,au 的索尼终端也有 Bluetooth。用微机编写的程序可通过无线电直接输送,如果很多计算机都内藏这个模块,即可下载公用程序。那么使用 PDA 小型计算机,也可以控制了。(笑)

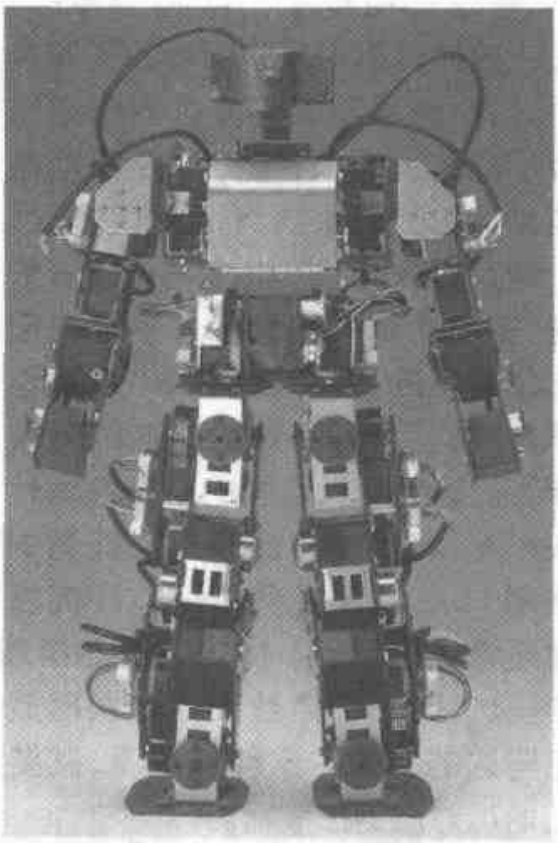
■ 身高 34cm 的 morph 的设计思想是什么?

——请具体介绍 morph 的研究过程。

古田:开始研究 1 号机是在 2001 年 4 月。虽然他们二人当时是业余打工的,但已显示出非凡的实力,9 月开始正式成为技术员。随后,morph. 1 号机在 5 月底完成,到了 9 月末第二代也全部完成。这个期间确实是废寝忘食地工作,我的体重减少了 20 公斤。(笑)有段时间里平均睡一个小时左右,电路板的 0.5mm 间距的焊接也是我们亲自焊的。(笑)他们二人年轻还能挺得住,可我也和他们一样干身体就垮了,我真后悔。(笑)不能像大企业那样投入人力,只有 3 人的攻关小组以平常心对待工作,没有什优势可言,只好废寝忘食地工作了。有了这个艰难的过程,作什么都有信心了。

——身高只有 34cm 有什么根据吗?

古田:防备跌倒的时候,体大体重对环境及人都带来损伤。为了减轻重量采用碳素 FRP 等。



——能举几个设计的要点吗?

古田:首先能使它步行,把重心提高。对于这一点,如果不知道步行控制理论的话,只靠机械设计师是设计不出来的。全部是传输带传动,上部装有马达。马达共有 26 个,自由度也同样那么多。尽量扩大可动范围,可以前滚也能正座,腰部有两个自由度,可作弯曲和扭曲动作。这就是 morph 的特征。反过来说,要作全身运动至少需要这些可动范围。

还有,作为实验验证机器人,必须增强其扩展性,上半身设计成用一个螺丝即可更换的结构。这在手臂中也是如此,脚也可拧两个螺丝就能卸下。因此,根据实验的要求可临时更换部件。另外,在结构方面,主控计算机装在背后,每个部件附有控制器,共有 10 个,将这些用身上的网络连接起来。由主控计算机控制步行与人工智能的处理,控制器则收集传感器的信息或驱动马达。还有,每一个控制器备有驱动马达的三条线路,分别串联到 10 个地方,共计驱动 30 个马达。一般来说,主控计算机的程序几乎是由田原先生编写的,传感器用微小线路也属软件室的工作,当然也是他的得意杰作了。这与电气方面的扩展性有什么关系呢,利用主控计算机上备有的网络用 HUB 处理更多的马达和传感器时可增强控制器。比如手臂上搭载 5 个马达,用一个螺丝即可更换搭载加倍马达的手臂。这种情况下,就要相应增加对应的控制器。

■ 强劲动作的秘密

——在村田制作所进行的展示会上,morph 表演了正拳出击的动作,这一强劲动作的背后有什么结构在起作用?

古田:马达驱动系统中增加模式变换功能,每千分之一秒可改变马达的驱动模式。在一般机器人中各关节在作出 30 度的动作时,要发出其角度指令。而在 morph 中,即使作同样角度的动作,也可使其带有柔软的弹性和用非常大的功率作 30 度的动作。具体来说,角度控制、力控制、受力关节等在立即撤力制动的同时可变换成 4 个马达的组合。这些指令均由主控计算机通过网络传到各个控制器,可及时变换动作。目前正处于研究阶段,但机器人被攻击时,关节被撞的瞬间和手触地的瞬间,仍能保持其弹性特性;就地站起时,能够瞬间发出 5 倍于额定功率的大功率猛然站立。村田制作所的模式变换中,表示问候后作准备活动,然后步行,最后掰锁骨等一系列动作,这一掰锁骨的瞬间需要通常的 3~4 倍的电压。

——发出瞬间动力的电力是如何供给的?

古田:电路线路使用锂离子携带电池。不过,不能输出大电流,因此,搭载镍镉电池作驱动马达用。

——娇小的身体中内藏惊人的尖端技术吧?

古田:归纳前后的设计思想是,能作全身运动,机械和电气的扩容性好,重视安全性的小型化和轻量化,并且

是经济的机器人。可是，如果在关闭的状态下不能动作那就没有什么价值了，因此靠内藏的蓄电池可继续工作30分钟。实际上，还没发现有这样小型的控制运动的高性能主控计算机。于是青山学院大学在研究Mk.5时，与企业合作开发了独创的控制装置。以上提到的控制器完全是我们独创的控制装置。

——今后，准备引入识别功能吗？

古田：目前还腾不出手来考虑，不过不久的将来会开发综合识别系统。田原本来就是搞人工智能的，到时一定会尽力的。

——在台阶步行方面进展如何？

古田：还没有组装，不过正在试制脚掌的力传感器。组合陀螺仪的控制理论也在考虑之中，理论上是可以的。因此，正在考虑把这个工作在短期内达到实用化。

——在设计中应当注意什么？

古田：基本情况是在研究思想指导下进行工作，尽量追求结构的轻量化。马达的配置也可改变，这是为了确保可动范围。不过，表面不露螺丝的设计则反映了我们的审美观。

——今后，在研究开发morph中需要改进哪些？

田原：正在逐步改进，但配线仍然很多。一旦断线，不好找断头，容易产生接触不良，而且不雅观。想彻底解决这个问题。

古田：因为可动范围大，所以电缆的负担也大。奥村你就没有辛苦的事吗？计划以外的。（笑）

奥村：觉得很快乐，没什么。

古田：都是受虐狂。（笑）不眠状态仍在继续，脑子里不断溢出兴奋剂，所以感觉很快乐。（笑）

■ 指望试验机有个飞跃

——请问morph项目的下一步的计划？

古田：看好机器人的产业化，与各种企业合作开发电子元件的同时，研究安全性和全身运动，而且还要研究单元技术及其综合技术。目前的小型机器人，作为实验验证机已完成了其使命，下一步将以使用为目的转向应用型机器人的研究。计划期间是到2003年秋为止，在此间还要着手研究大型机器人。作为我个人的愿望来说，2002年前半年对小型机器人的研究暂时告一段落，要进入实用化的轨道，因此，还不能松劲。（笑）

——今后在机器人研究中采用什么样的组合？

古田：首先，以3人为中心的攻关局面今后仍不会改变。虽然人数少了点但仍然由这几个人继续下去。最终的目标仍然是降低生产成本，使所有人都能够接受，如果不这样的话，虽然大家现在感兴趣，但最终会昙花一现。对产品必须不断注入新的技术，这样才能获得消费者的反馈信息，根据反馈信息又可改进产品质量。有过阿童木的时代，没有点"秘密装置"就难办了。（笑）在机器人研究里也有各种品位，目前宠物机器人已进入家庭里，下一步就需要像家电那样成为生活上必需的商品化的机器人。不久的将来宽

带网将进入每一个家庭，机器人也将成为人机对话的首选主角。到那个时候，利用 Bluetooth 的研究会更加活跃。

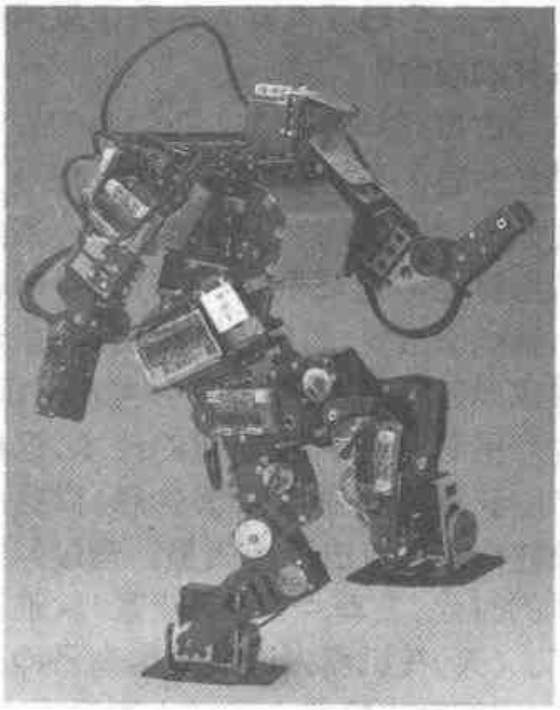
田原：想进一步简化人机对话技术，用按键的方法输入容易出错，若能设计出像 GUI(图像对话)那样的东西就好了。

古田：在头部的大眼睛上显示机器人的信息，用数字电笔下指令。

田原：对。

古田：的确，如何让使用者简单操作的技术问题尚处于未解决的状态，还未达到谁都能操作的地步。

奥村：我还没有像古田先生那样的目标，但首先要确立更高水平的不倒翁机器人或跌倒后也能确保安全的机器人控制理论。



——最后，关于机器人研究的必经之路古田先生有何高见？

古田：也有一个企业单独开发的方式，而我们的想法不是这样。对于研究者来说都有自己的个性，将各种研究者的专长集中起来，如果连他们的思想方法也集中起来的话，那么就会设计出更好的东西来。而且，如果能够发挥更多人的作用那最好不过了。

——今天你们辛苦了。

WABIAN-RⅣ开发访谈录——高西淳夫

■ 早稻田大学的机器人研究历史

——早稻田大学的机器人研究是从什么时候开始的?

高西:奠定早稻田大学机器人研究基础的是加藤一郎先生。先生开始研究有关机器人的课题是在 1964 年。不过,最初是从机械手制作开始的。仿人形机器人当然需要有手和足,但从作业的角度来说,很多情况下是用手进行的,尤其手和手指的动作很不容易。当时机器人研究的说法在世界上还很陌生,还只是科幻小说中使用的语言。在这种背景下从机械手开始研究是可以理解的。其后,手的研究达到一定程度后,自然而然地转入足的研究了。

——你听说过加藤一郎先生研究机器人的初衷吗?

高西:我是在早稻田大学的先生同事们的沙龙中听说的。当时的沙龙有端茶的女佣,于是想到端茶的工作能否用机器人来作呢。从此这种想法逐渐升华,开始对机器人的研究感兴趣。不过,如上面所说的那样,在学会上不使用"机器人"这一词语,当初的研究中使用"人工手(机械手)"和"人工足(机械足)"等名词。



高西淳夫

Atsuo Takanishi

早稻田大学理工学部教授

Profile

1980年早稻田大学理工学部毕业。1985年完成早稻田大学理工学部研究科学习,同年就任助教。1988年获得早稻田大学工学博士,经过副教授,1997年任现职。主攻与人共存的仿人形机器人的研究开发。

——听说机械足的研究是从 1966 年开始的?

高西:是的。其后,于 1773 年开发仿人形机器人 WABOT-1,1985 年完成它的第 2 号。这个仿人形机器人和机械手、机械足的研究有着密切的联系,与研究仿人形机器人的主体相关联,进行了机械手、机械足仿生学机械的研究。总之,是将手和脚的部位的研究与整体机器人技术结合起来。机械手和机械足是代替人的手足,也就是研究人的手足功能。其研究成果可直接应用于仿人形机器人上。相反,在机器人开发中,某种好的传感器以及机器人轻量化所需的特殊材料等的技术信息,也应用于机械手和机械足的研制中。

■ 世界上最早的仿人形机器人"WABOT-1"

——使用机器人这个名词是在 20 世纪 60 年代后半期进口工业机器人以后的事吧?

高西:是的。随着工业机器人的普及,"机器人"这一名词成了普通市民的语言。因此机器人这个名词在研究者中使用也就很自然了。WABOT-1 正好是在这个时候完成的。WABOT-1 是 1970 年开始开发,1973 年公开试验的。

——WABOT-1 是世界上第一个仿人形机器人吗?它具有哪些功能?

高西:WABOT-1 只能两条腿走路,没有头部,腹部设置了两台相当于 CCD 摄像机的真空管式摄像机。当时还没有彩色的,因此靠黑白图像识别方向,这是应用了基础阶段研究的成果。而且,当时世界上刚刚开始研究用微机识别声音和声音合成,也可在 WABOT-1 中搭载这个功能。因此,WABOT-1 在人工智能方面处于领先的水平,可用声音发指令,用语言应答。并且,具有视觉功能,可识别走到他跟前的对象物等,还能做把水倒进杯里的表演。

——约 10 年后完成了 WABOT-2,但它不是步行机器人。

高西:是的。WABOT-2 是可演奏电子琴的机器人,它的腿不是为了走路,而是踩伴奏键用的。手设置成弹琴的架势,而头部搭载的摄像机则能读眼前的乐谱,自动识谱演奏。就是这么个动作,作到很流畅也是不容易的。WABOT-2 可进行特殊的计算,可选择高效率的演奏方式。并且具有和声的卡拉 OK 功能。因此,稍微跑调时也能自动调整。当然,单拿一个对话功能也比 WABOT-1 功能强。在很多曲子中只说出曲名就能选择演奏,具有很强的声音识别能力。

■ 双足步行技术的变迁

——高西先生涉足早稻田大学的机器人研究是在什么时候?

高西:最初是从机械手开始的,1979 年已把有关 WH-11E2 的成果写进我的毕业论文里了。后来进入硕士课程改变研究题目,1980 年进入 WH-9DR 机器人的开发研究。这相当于 WABOT-1 的下半身,但从 1971 年的 WL-5 到 WH-9DR 阶段花去整整 10 年的时间。WH-5 是静步行,采用重心位

置稳定的步行技术控制机器人，迈一步需要45秒钟，步行速度很慢。为提高速度试验了各种各样的办法，但都没奏效。于是引入了相当于动步行雏形的准动步行的概念。其结果，在WH-9DR中迈一步需要10秒。随后完成有规律的步行技术是在1984年WL-10RD型号上实现的。

——动步行的机器人当时是否是世界上最先成功的？

高西：东京大学完成的小型机器人，成了人们开发机器人步行技术的样机。和人大小相等，从停止状态靠自己的力量开始走路到最后很稳定的站住的机器人，可以说WL-10RD是世界最先成功的。以往称为面步行，意思是在平面上可转换方向和侧行的机器人，于1983年在WL-10R型中得以实现。这个技术的原型就是1985年，在筑波方博会上展示的WHL-11型。这里的英文字母"H"表示与早稻田大学共同开发的日立公司，同样，WASBOT中的"S"表示与住友公司共同开发。这个WASBOT在方博会开幕仪式上与NHK乐团共同演奏了交响乐，非常引人注目。当时精彩演奏的是巴赫的"咏叹G调"。

■ 从双足步行机器人到仿人形机器人

——随后的双足步行机器人有些进展？

高西：1985年以后的双足步行机器人可以上楼梯和爬坡了。实际上这个技术已在方博会开幕期间实现了。那就是1985年完成的WL-10RD型。其后，看准将来的仿人形机器人的开发，搭载了上半身。但是费很大劲开发的上半身搭载技术，可能成为无用武之地，很多人都说不要再搞下去了。可是，我们通过搭载上半身而产生了从破坏平衡到恢复平衡的步行是否有可能的逆向想法。于是1986年完成了在只有下半身的机器人上搭载配重的WL-12型。在保持这个状态下，进一步研究可上更高台阶和施加10kg的力也不会跌倒的步行技术，终于1989年在WL-12RⅢ型上得以实现。把这些技术集于一身的就是现正在研究中的WABIAN机器人。

■ 成立HUMANOID研究所

——2000年成立的早稻田大学HUMANOID研究所是什么样的组织？

高西：完成WABOT-2后经过10年，早稻田大学开发了新的智能机器人Hadaly-2和WABIAN。在这个成果的基础上，各研究课题组共同成立了联合体。机器人本身是个系统工程技术的综合，在研究机器人中，重要的是将各种各样领域里的人员汇集在一起共向研究，只有好的结构不行，只有好的软件也不能发挥其功能，需要机械、信息、电气等各方面的综合技术。从这个角度讲，目前所有的课题组尚未达到共同开发一个机器人的地步，但已形成在我的课题组制作的硬件上搭载其他专业领域里的研究成果等松散的联合方式。比如担任研究所所长的大桥本周司先生，他的主要研究领域是信息处理。我们提供制造的机器人，齐本研究室就在这一机器人上安

装自己研究的软件。

■ 不断改进的早稻田智能机器人

——双足步行机器人 WABIAN 的研究开发是如何走过来的?

高西:目前正在开发 WABIAN-RⅣ,从各个角度进行研究。在步行技术上,可改变步幅和步频。早稻田机器人的控制方式非常复杂,采用了高精度的计算方法。从力学上讲非线性动力系统的人体的驱动是非常复杂的,这是力学上最难的研究领域。在 ASIMO 和 P 系列中,某些动作中的问题可以忽略,简化成线性化。与此同时,早稻田大学无论是什么样的步行方法都要考虑建立与此相对应的计算模式,不然用普通的计算机计算时间是不够用的。因此,在脱机状态下把机器人力学模型的数学式输入到计算机里进行计算后,输出到机器人上进行动作控制。这种工作已作了 20 来年,但现在计算机的计算速度已高速化,在联机状态下的实现已成为可能。这与事先使用大量的计算时间把计算的数据存入到存储器的做法是完全不同的。比如使用麦克风录音乐,可重复播放事先录制的音乐。这与使用 MIDI 播放乐谱是一个道理。MIDI 就像是计算机里的乐团,现在的 WABIAN 也可以做到这一点。那么它意味着什么呢?可根据人的语言指令及时做出动作。也就是说在 WABIAN 的声音输入输出中使用 IBM 的 ViaVoice 软件。在 WABIAN 上搭载视觉功能,可识别面前的指挥动作,做出相对应的动作。此外,它还具有施加 10kg 的外力也能保持平衡的稳定性。

■ 开发多种机器人

——听说除 WABIAN 以外还在研究各种各样的机器人,这方面的情况怎样?

高西:研究颚的动作机理的咀嚼机器人 WOJ-1R,已研究 10 几年了。现在已把这个机器人作为原型,进行以试验样机为主的开发工作。为治疗颚的开闭障碍,利用这一成果,与山梨医科大学共同开发了万能齿间隙机器人 WY-5RⅡ。作为合作试验,连接两学校的综合服务数字网络(ISDN:Integrated Service Digital Network)线路,进行远距离治疗。

还有,为了把人的感情模式数字化,与文学院心理教研室的先生共同开发了情感显示机器人 WE-3RV。利用人眼的前庭动眼反射功能,使视野保持稳定,这个情感机器人具有与前庭动眼反射相似的结构,可以控制头和眼睛的动作。从宇宙返回时不转移视线看准一点着陆就是这种功能作用的结果。与此同时,在燃气公司的协助下搭载了嗅觉传感器,嗅到酒精味脸就变红。反应的模式中,也有幸福的和不快的表情模式。深入研究情感机器人,使人的好恶和相性的问题成为一个研究课题。不管你喜不喜欢酒,都显示为喜欢的表情。在这种相性问题研究课题中,个性的研究也用这个机器人进行。

此外,还有演奏木管乐器的仿人形木管乐器演奏机器人 WF-3RVⅢ。他有用 MIDI 带动的结构,具有使用微机的 MIDI 演奏软件,从这里输送 MIDI 主调

的伴奏数据。这个机器人只会演奏木管乐器，具有与大人一样大小的肺活量，因此也需要换气。开始时耗费大量的能量频繁换气，现在比较稳定了。嘴唇部分用四个马达，根据音调自动选择嘴唇形状。通常一旦开始演奏则自动的一直演奏到结束，今后想在演奏当中进行干预，提高其控制水平。将来开发各种各样的演奏机器人，通过组装 MIDI 实现能够现场演奏的机器人交响乐团是我们的梦想。（笑）

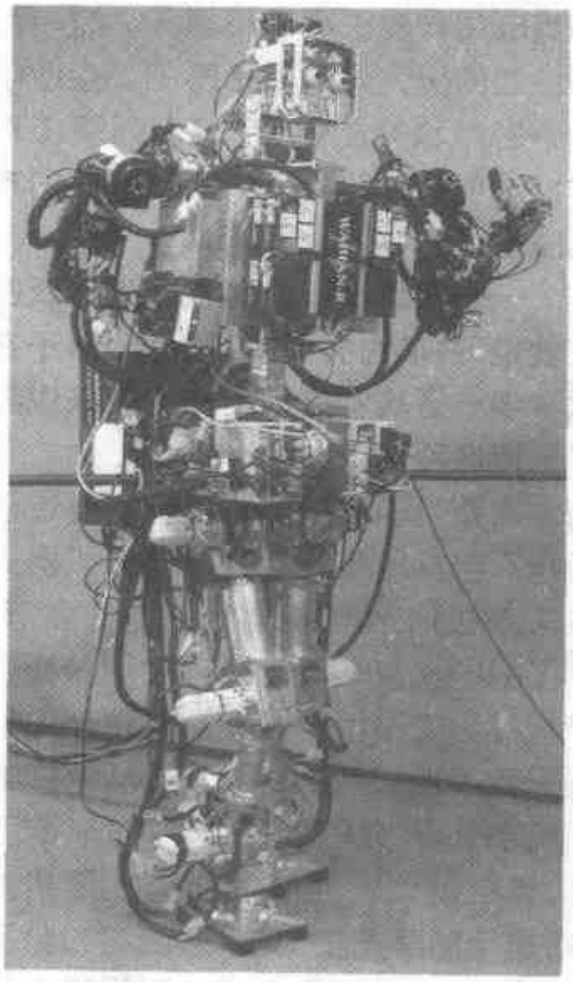
——交响乐团的全部成员都像 WASBOT 的状态吗？

高西：是的。我们的梦想是维也纳交响乐团和柏林交响乐团。（笑）

除此之外，还有动物型机器人（WM-5R），这是自动给饲料装置。将它与动物放在一块，设置成机器人走近饲料场就作给饲料的动作，那么动物就会注意机器人的行动。研究动物和动物型机器人关系，探索其可能共存的关系。

再有就是受 NTT 的委托研究的说话机器人 WT-1R。顾名思义即聊天机器人。现在几乎所有的人都携带移动电话，因此每个人的电波频率带越来越窄，这就是移动电话音质不太好的原因之一。为解决这一问题，自动计算咽喉的振动，重放声音的功能也正在开发中。为此必须正确地导出声音变换计算式。

以上这些就是我们研究的 WABIAN 以外的机器人。



■ 围绕机器人现状的思考

——大学的研究与企业不同，需要学术性的研究方法吧？

高西：这就是科学和工程学的区别，所谓科学就是把未知的问题弄明白。因此，这里包含有价值或无价值的二元要素。比如发现 150 光年的新星对我们的生活没有任何影响。而工程学则是以给人带来幸福为目的的。从科学中获得的技术信息或知识，应用于机器人的设计和医疗器械的开发，从这个角度看这两者之间的方向性是不向的。这么说来我们的立足点似乎处于两者之间。从科学的角度解析心理模型的同时，了解人的结构，应用其成果开发医疗用机器人。这一点与企业的研究开发是不同的。企业中不必考虑科学的要素，只管驾驭工程学技术瞄准市场，开发多种多样的产品就是了。

——双足步行机器人一直活跃在企业中，并成为亮丽的闪光点，对于在大学中一直从事这种工作的人来说怎样看待这种现象？

高西：我非常高兴，但也觉得过于炒作。自从加藤先生开始研究机器人以来，进口工业用机器人一直很盛行，到了 20 世纪 80 年代初其使用量和生产量都已成为世界第一。对这种企业情况我不敢恭维，想到一直从事仿人形机器人研究的加藤先生的辛勤工作，觉得现代企业能制作仿人形机器人，是与加藤先生 30 年来的努力分不开的。从大学流向企业的工程学本身持有的流向来说，有正在收获的感慨。不过，如果继续研究仿人形机器人，就会明白这不是在简单的模仿人。当人们看到 ASIMO 的动作和外观时，普遍认为"机器人什么都能做"，这是我所不安的。因为，今后这种希望过渡膨胀，而当研究工作意外受阻时，人们对仿人形机器人的兴趣也会急剧下降。

——不能只靠热情，应脚踏实地干。

高西：是的。重要的是组成包括媒体在内的支持集团。不单纯是工程技术人员和机器人爱好者的集合，而应该是广泛普及意义上的组织。现在流传孩子们不接触科学的说法，若通过机器人引起他们对科学和工程学的兴趣，那将是件非常高兴的事情。在世界走向一体化的时代，日本与竞争对手展开各种各样的竞争，我认为到时候决定胜负的将是机器人。欧美由于信仰的缘故，对仿人形机器人有所忌讳。我的朋友罗德尼·布鲁科斯教授，曾收到好几封恐吓信，信中写着"上帝创造了人，人不能创造人"。与其相反，在日本器官移植领域中也遇到类似的麻烦。器官移植法已公布了 3 年，但只移植了有数的几例。在德国的大学医院里，每一个医生进行过 1 500个移植手术。这也反映了日本人的生死观。因此，有了人造器官之后，就能很快普及了。考虑到这样不同的文化背景，日本的机器人研究环境可以说是不错的。

■ "铁臂阿童木"能实现吗？

——"铁臂阿童木"能实现吗？

高西：首先，像他那样飞翔是不可

能的。(笑)即使10万马力的功率也很难办到,尤其是在智能和知识的问题方面,起点非常高。世界上几乎没有人把这个问题正式的列入机器人研究中。基本上是工程技术人员编程序,事先确定其动作。最近开发的图像识别、信息处理也只不过是一种对环境的适应性。另一方面,现在因特网有了显著的发展,同时出现了自动形成信息处理功能的数据库,可把各种各样的人的信息进行抽象化,能够并行替换数据库。这种技术想必正逐渐走进机器人的世界里。在因特网上通过文本库进行信息交换,与机器人连接可控制其运动。把这些连接引入到仿人形机器人中,可能会打开新的局面。但是,进行这种研究,如果没有从发电设施到存储软盘等大型技术信息企业的全力支持则是非常困难的。从这个角度上讲,类似"阿童木"的机器人在短期内是不可能实现的,其研究是任重而道远的。

■ 机器人研究的未来

——请问高西先生,在您的研究中今后的打算?

高西:就WABIAN的情况来说,刚刚走到自由步行的阶段,今后有必要提高与人的信息交流功能。人的信息交流中有神态和语言交流。这一表现方式要在机器人身上得到很好的体现是件很难的事。比如现在的声音识别软件中,很多是通过麦克风识别的,通常喊"WABIAN!"也由于周围的噪声和残留音的影响很难听懂。考虑到这种情况,人们可能提出把辅助信息交流的设备带在身上的想法。近年,有人提出将携带计算机与衣服作成一体的很时髦的提案,我想这个想法终究会实现的。我们也与美国的一家公司共同筹备促进中。还有无线化的问题,WABIAN也如此,目前所有的信息处理只靠机器人还是很困难的,因此,不得不采用在机器人和人之间设置处理装置来进行辅助处理的方式。为此,重要的是无线电通信的一体化。把以上所说的几点在提高WABIAN的功能过程中逐步加以实现。

——最后关于今后机器人的研究,高西先生有何构想?

高西:进入家庭的机器人,首当其冲的仍然是娱乐型机器人。这里也有安全问题。娱乐型机器人逐渐向家庭普及,若机器人与人之间构筑熟悉亲热的局面,那么我们一直瞄准的为人服务的机器人进入家庭也会容易多了。今后,有了很多企业的参与,想逐步扩大合作伙伴。与此同时,市场上畅销的游戏软件,对用户兴趣起决定性的作用,在机器人领域里也有必要引入。这一点上游戏软件制作者的才能,将在机器人领域里发挥的淋漓尽致,他们已证明是给人们带来乐趣的使者。以企业为主制作游戏软件固然重要,但向社会呼吁,有才华的人进入我们研究室与企业共同开发,也是很有趣的事。

——今天谢谢您了。

AIBO开发访谈录——景山浩二

■ 向娱乐型机器人挑战

——首先，请谈一谈AIBO项目的由来？

景山：流行在家制作机器人，是1993年左右的事。当时我在索尼的信息通信研究所研究图像处理。到了1994年正式立项，后来正式启动我担任这个项目的带头人。那时索尼的P系列也尚未出台，只晓得早稻田大学的加藤一郎先生研究的WABOT。在这种情况下，我想索尼也能设计出有趣的机器人。

——那么开始就有了玩具机器人的开发念头？

景山：是的。当时还没确定哪一种时，服务型机器人业已在大学研究，名企业也正在积极地开展，因此，我们只好考虑玩具机器人了。看以往索尼的产品便知，AV电器和IT关联领域都与"娱乐"有关。这种传统对我们的潜意识起了很大作用。

——对索尼的随身听来说，其外形和功能确有"娱乐"的味道。

景山：是的。不管怎么样，都有给人带来快乐的想法。而且，想让它做与众不同的工作。

■ 制作四足步行自律型机器人

——集中到娱乐用途的基础上，形体做成四足步行动物的理由是什么？



景山浩二

Kouji Kageyama

索尼株式会社娱乐型机器人开发设计1部综合部长

Profile

1956年生。1981年入索尼（株）公司，从事研究数字分析，开发卫星测量、航测软件，开发图像处理应用系统等。从1994年开始担任娱乐型机器人开发的项目负责人

景山：说是动物，不如说是首先考虑了"四足步行"的问题。当初也曾制作过靠马达带动的六足机器人，但比较和谐并且好看的形体还是四脚的。六脚的就像个昆虫，好像进入了怪物世界。（笑）搞两条腿的研究觉得门槛高，让它步行也是很困难的事。若是四条腿，则可以"正坐"休息，多了两条腿就有了某种程度的自由，通过做出手的形体动作，可以与人进行交流。考虑到以上的结果，决定设计四条腿的机器人。四条腿就自然而然地联想到狗和猫。所以，不是开始就想到特定的动物，而是首先从四足步行自律型机器人开始进行开发的。

——那么，最终 AIBO 的姿态与狗相近，是否主要在商品化的过程中形成的？

景山：是的。在确定外形的阶段，形成了那种概念。看那以前的样机就会知道，最初是看不出什么动物形态的，只有机器人的感觉。面对商品化，把概念设计委托给广告设计者。对于他们来说，四足步行自律型机器人是个很模糊的概念，设计外形也很困难，于是最终有了四足步行动物的灵感，因此形成了具体的方案。

——第一代的 AIBO 的外形是空山基先生设计的，那么狗的方案也是空山先生提出的吗？

景山：是的。他提过"采用狗的外形"的建议，那时还没有这方面的提案。从这一点来说，充实 AIBO 的概念是空山先生的功劳。

■ ERS-110 上市 20 分钟就售空

——1999 年 6 月第一代 AIBO-110 终于上市，这个过程中的困难是什么？

景山：一句话，没有前例。（笑）无论是方法还是理论，要搞到什么程度，掌握尺度是很困难的。在这种摸索中，因犯这样那样的试行错误而苦恼过，可现在终于上市了，对我来说感慨万分。

——可能是对那种辛苦的回报吧，获得上市后约 20 分钟销售一空的反响。

景山：与其说是高兴，不如说是震惊。（笑）当时想如果定购的不多那就难堪了，没想到那么抢手，在感到热烈气氛的同时，震惊感仍然是第一位的。在日本制定 3 000 台的生产限量，也是尽量压缩了实际需求，那时对于实际市场的预测也只有那种程度。

——之后，在 ERS-111 中进行了若干程序版本的改进后，在 2000 年 11 月作为改进型 ERS-210 上市。这个机型在做法等各方面有何特别之处？

景山：声音识别技术搭载在汽车导航装置上的声音变换接口技术。尤为特殊的变化是正式的导入 OPEN-R 的理念，零部件和软件为一体的 OPEN-R 的思想由来是从最初的 ERS-110 开始的。不过，最初的 AIBO 还没有用户的反馈信息，即使去掉零部件，也没有往那里添加的东西。（笑）这样，受到 ERS-110 的影响很大，想到有必要正式实施。实际上，在索尼公司内部也成立了具有独立核算体的玩具

机器人公司，正好受这种传统的影响，在 ERS-210 中更勇敢的发起了挑战。

——听说 ERS-210 是模拟小狮子原形，想听听这方面的情况？

景山：没有特别的意思。（笑）最初的 AIBO 的影响很强劲，在用户中 AIBO＝狗机器人的说法作为狗的象征传播开来。在这里好意的辜负了这个美名，选择了狗以外的东西作为模拟原形。这样就自然而然地选择了猫，猫的特殊柔软的动作和敏捷性，在 AIBO 中很适合。同时又想到，同属猫科但体大、动作悠闲的小狮子，虽然，做起来有点困难，（笑）不过外形的设计非常精细。

——能编辑 AIBO 的动作和声音的"AIBO 艺术家"及"AIBO 崇拜者"的应用软件也是同时开发的吗？

景山：想到与 PC 连接，采用了无线接口。能与因特网连接，给用户提供更广泛的兴趣。

■ 2001 年 AIBO 的新进展

——2001 年 9 月，ERS-311 和 ERS-312 的蕾蒂和马卡龙上市，这与以往的系列是完全不同的外形设计。

景山：300 系列在你面前呈现出可爱的形态。而且价钱也要低，期望与以往不同的用户也对 AIBO 感到亲切。这对拿玩具机器人取乐的人们来说，提供了各种各样的取乐方式。随着 ERS-110、ERS-210 的出售，AIBO 的名声大震，下一步将是探索更高的可能性的阶段。

——蕾蒂和马卡龙的原形设计是若野桂先生，是小熊的模样吗？

景山：是的。和以往完全不同的是更具有个性。总之，我们是以"设计 AIBO 中从未有过的形象作为设计思想的。由若野先生提出的概念和我们的设计思想非常接近

——蕾蒂和马卡龙让人震惊，可不到两个月后又公布了 ERS-220，这更让人震惊。（笑）

景山：至今为止的 AIBO 都是仿动物的外形。这次的 ERS-220 则采用与动物不同的外形来表现 AIBO 风采。在玩具机器人中没有"这样就不行"、"非这样不可"的概念，怎么做都行，探索各种各样的可能性。虽然名声在外，但对市场来说尚属黎明期，现在开始的 AIBO 要脚踏实地的做，我想要做的事情还很多。将来，每个人都有一台这种玩具机器人是我的期望。

——要达到那种状态，是否需要征求用户的不同意见。

景山：单靠自身的手是十分有限的，要充分利用"OPEN-R"系统，期望每一个用户都能扩大 AIBO 世界的影响。总之，只靠我们掌握的技术和体力是完全不够的。

——从公布的时间来看，300 系列和 ERS-220 是否同时开发的？

景山：是的。从第一代 AIBO 以后，不管哪一个系列都有一些交叉进行的情况，而 300 系列和 ERS-220 是几乎同时进行的。

■ 自律型机器人外形设计的难度

——听说 ERS-220 的外形设计是河森正治先生搞的，请问启用他的原委？

景山：ERS-220 的设计思想是"像

机器人并具有机械性"。于是，请在动画和游戏领域中颇有业绩的河森先生来担当外形设计。对河森先生来说，与以往的科幻世界中的设计方法不同，在各种各样的限制条件下进行设计，觉得非常新鲜而有趣。把自律型机器人立体化的时候，会出现各种各样的限制条件。对执行设计思想，最终在各部分的设计中，有作为商品的整合设计和进一步融合的阶段。把平面设计还原成立体的工作，感到意外的艰难。极端的说，把"铁臂阿童木"的头快速的变成立体时，就会出现意想不到的矛盾。（笑）在 AIBO 中还有表演的问题。要确保手脚的动作，站立时的重心位置等，必须要考虑各种各样的情况。总之一句话，AIBO 的魅力在于能够做各种动作。尽管看画面中的计算机图形（CG：Computer Graphics）也很有趣，但看面前的玩具机器人实体的实际动作趣味会更浓。这与游戏操作不同，不能随意动作，有玩具机器人固有的趣味。因此，委托各广告设计师设计时，在说清楚限制条件的同时，还要让它充分发挥其专长。

——300 系列和 ERS-220 看上去变化很大，而在机构上有何变化？

景山：若仔细看其动作，你就会发现编入了很多特殊的动作程序。300 系列是可爱的模样，而 ERS-220 还是表现机械动作特性。要说 300 系列的独特的动作的话，不是曲膝而座，而是举前腿的熊的座势。声音也同样，按照设计思想实现各种模式。基本上沿袭 OPEN-R 的结构方式，其技术平台也相同，因此觉得在各种各样的设计思想中已把趣味的方向固定了。

——听说 ERS-220 中的各部零件均可更换，这是否为了追求 OPEN-R 的游戏性？

景山：是的。为了使已经买了 ERS-210 的用户，通过更换零部件能够升级为 220。在包装方面，ERS-220 是另外散装的。这在 AIBO 系列中是从没有过的销售方式，ERS-220 的用户可从组装中感受其中乐趣。

——相反，300 系列中，没有利用 OPEN-R 更换的零部件。

景山：设定的目标完全不同，更换核心部分的零部件问题，起初就没有考虑进去。这样一来，成本也就降低了。对于这一点，是称得上是可爱的外形设计，若要更换零部件就不美观了。因此，充实个性部分增加了趣味性。关于软件都是 OPEN-R 方式，相互交换也不碍事。

——还有，ERS-220 的身上内藏很多 LED（发光管）也是其特点之一。

景山：全部内藏有 19 个 LED。蓝色的 LED 起到很高雅的感觉，感到很舒服。

■ AIBO 今后的目标是什么？

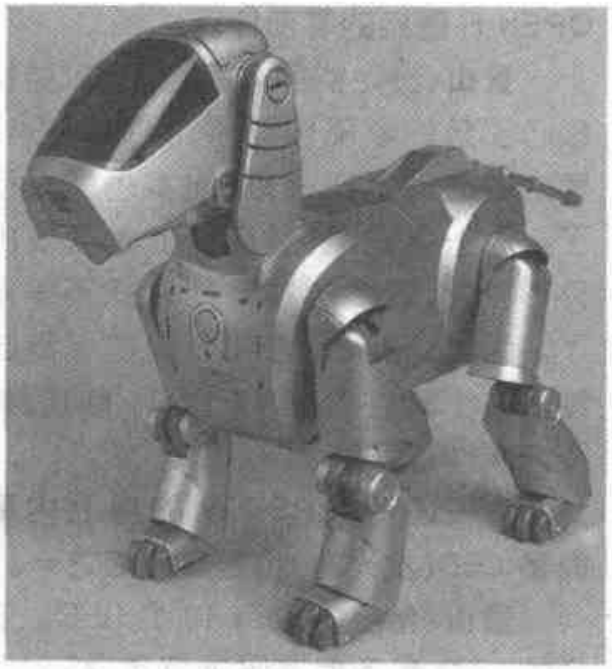
——正在收集 2001 年公布的两系列反映的同时，是否也正在探索下一步的工作？

景山：是的。300 系列和 ERS-220 是完全不同的思路，是区别这一系列的试金石。这两个系列的公布，方知 AIBO 系列的品种的广阔影响。当初，蕾蒂和马卡龙先行公布时，企业方面

也感到很惊讶。(笑)

——今后,需要改进的技术都有哪些部分?

景山:那就很多了。(笑)在自律型机器人领域,商品化刚刚开始,包括信息处理和图像、声音处理都有发展的余地。



——对关心 AIBO 的读者说句话吗?

景山:包括推广应用,注意今年的系列动向,期待着喜欢 AIBO 的队伍逐渐扩大。今后迎接挑战的事情也很多,但不好开口的是很劳累。(笑)今后,一定要设计出让大家惊讶的事情来,等着瞧吧。

——今天谢谢你了。

AIBO开发访谈录——武田由佳

■ 编导者的工作

——首先，请问有关AIBO的情况？

武田：从编导者的立场，指导从概念设计到商品化的整个过程。

——ERS-210比最初的ERS-110改进了哪些？

武田：主体设计与ERS-110一样，是委托空山基先生设计的。只改变成狮子模样不能算是改进，因此对全体进行大胆的简化，设计很精悍的模样。

——在指导AIBO外形设计时，有哪些体会？

武田：这就要看索尼产品的传统，必须要反映索尼形象的一贯方针。即使把原设计委托给外面进行，最后商品化时也必须要衬托出"这是索尼的AIBO"的设计概念才行。在这一点上一定要注意的是必须与原设计者协商共同进行，这是非常重要的。

■ 不和时尚的"索尼外形"

——上市的ERS-210包括做法在内确立了AIBO的企业形象，但在前面的步骤是如何考虑的？

武田：ERS-110和ERS-210已是人人皆知的事了，在银色的身体上搭载太阳帽状的眼睛的宠物机器人的眨眼的形态，不管它好坏都已定型化了，我想打破这种定型化的局面。最初的AIBO外形本身，是为了冲破以往宠物机器人开发的束缚，是我们的财富，而且，对企业来说也需要新的挑战，这是



武田由佳

Yuka Takeda

索尼株式会社玩具机器人公司商品战略部 编导

Profile

作为设计师进入索尼公司。1991年留学美国。从事文化公园的艺术设计和歌唱家CD包装等设计。归国后，作为编导参加AIBO商品开发。

很重要的。

——把它形象化的是蕾蒂和马卡龙吗?

武田:是的。也许大家都很惊讶,在蕾蒂和马卡龙中,大胆的将以往 AIBO 中从未有过的特征要素在外形设计中认真地考虑了进去。因此,不是以往的 AIBO 的外形在蕾蒂和马卡龙中的汇集,而是作为面向市场战略的一环推出各种各样的 AIBO 形态。在这种思想的指导下,同时出售蕾蒂和马卡龙以及 ERS-210,形成多种品种展开竞争的局面。随后,公布的 ERS-220 进一步证明了我们的预测(目标)。

——那些 AIBO 的外形的确是三种三个样吗?

武田:近似动物的、可爱的、机构型的等各种各样的模式。最初是以 25 万日元针对 30 岁以上的机器人爱好者的。可是,上市之后,意外地看到了潜在的市场。

——结果蕾蒂和马卡龙的设计使我们惊讶不已。

武田:那就是我们的目的。(笑)当发生预想不到的事时,都很惊讶,议论纷纷。公布随身听和 CD 时最初也是这样。后来这些东西遍及世界,我想 AIBO 也会在议论中搞活市场的。索尼的最初方针之一是不能让用户意见来左右外形设计。这就是要重视企业的形象,不能只根据用户调查来进行外形设计,追随流行的设计对索尼来说是没有什么意义的。与流行反其道而行之,才是索尼的风格。

■ 受女性欢迎的 AIBO

——蕾蒂和马卡龙的的设计思想是什么?

武田:具体的来说,是女性也欢迎的设计。女性和年轻一代是以往 AIBO 失去的市场群体。因此,包括降低价格,考虑面向年轻用户的普及型样机。在这个过程中,必然形成可爱的模样。不过,过分的考虑这方面,也会逐渐变为拙劣品的,因此,在考虑索尼风格的同时可爱形也要适可而止。

——选择若野先生的原委是什么?

武田:若野先生是以设计街头文化为主的,很受娱乐界欢迎。由于若野先生能够表现索尼风格和漫画风格,所以决定请若野先生担任概念设计。

——擅长平面设计的若野先生的设计图,如何进行商品立体化的工作?

武田:这里既有若野先生的局限性,又有工程技术方面的限制。因此,用一种手法是行不通的。若野先生的单纯的形状组合的零部件,只是概念中的东西。比如在圆形的头上像积木似的把零部件堆积起来,这样在做机器人动作时,就有无法动作的部分。比如肩部就是与若野先生一起进行多次修改后才完成的。

■ 假想的和实际机器人的结合

——ERS-220 是与蕾蒂和马卡龙完全不同的外形设计吗?

武田:是的。河森先生是动画和游戏结构设计的第一人。索尼追求的现实世界和他的假想设计的结合是很

有趣的。对河森先生来说，经验中形成的世界观如何与现实结合是一个很刺激性的挑战。

——设计概念仍然是结构方面？

武田：是的。一直搞的都是宠物机器人，可这回面对更换零部件，表现生物感有点棘手。于是抛弃生物的要素，进行了无机性的设计。因此，因简化的部分重新设计而带来的麻烦和工作量增加是必然的。河森先生正是理解了这一点，才不慌不忙的进行工作，真叫人钦佩。（笑）

■ 使 AIBO 普及的外形设计的可能性

——今后迎接什么样的挑战？

武田：把玩具机器人总括为一种，在概念和游戏方法以及与其相适应的外形设计等方面还会有很多种方法。根据索尼的灵活精神，对以上的问题想征求大家的方案。在这个领域里，我们想做到，让每一个人在装饰和音乐方面都能选择适合自己个性的机器人。还有，街头艺术和索尼尖端技术商品相结合，携手搞到什么程度的问题。这不限于 AIBO 的外形设计，作为艺术家的个性，始终贯穿在作品里是不会放弃的。（笑）要论索尼的方针，也可以说是自尊，索尼的产品基本上是自己制造的。因此，AIBO 不很完善，将来有可能与各类艺术家进行合作共同开发。这对于索尼的外形设计来说是发现新的可能性的绝好机会。

——今天谢谢您了。

AIBO 开发访谈录——河森正治/ 河合真木子

■ 目标是探测型机器人

——这次把 ERS-220 的外形设计委托给河森先生的原委是什么?

河森:索尼的武田女士问我"能否参加新的 AIBO 的设计?",不过我感觉是"一定要参加"的口气。(笑)

——具体的说你接到什么样的任务?

河森:在以前销售的 ERS-210 的基本系统上,可以搭配组合的新的 AIBO。而且,不是已有的动物的思路,而是机构型的。

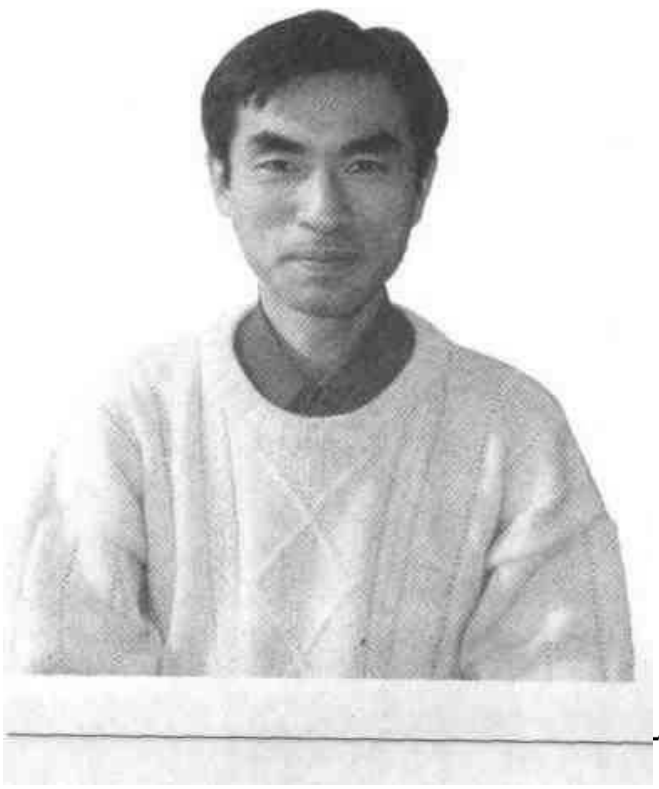
——河森先生和河合女士之间相互如何合作的?

河森:首先看基本的核心零部件,听取"这个零件不能改"、"这里增加几毫米就会碰腿"等的讲解。基本的动作在这一系列中是共同的,参考着这些进行设计。

河合:河森先生从一开始就有设计探测机器人的兴趣。我也是一心投入搞假想的东西,想做出不久在我们身边出现的场面,这一想法是共同的。从此,就有向着同一目标赛跑的感觉。(笑)

——探测机器人的构想是如何产生的?

河森:首先,以不能带有军事色彩为前提。按这个思路考虑机构型的时候,是正处在对阿波罗计划和火星



河森正治

Shoji Kawamori

机构设计师

Profile

1960年2月20日生。1979年加入斯塔基欧工作室以后,作为机构设计师参加"超时空要塞马库洛斯"、"新世纪的电脑网络方式"等作品的设计。在这个活动中不仅是参加设计,并且还担任演出、导演、节目策划等工作拓宽了参与范围。

计划等感兴趣的时代，便自然而然地进入行星探测的思路。最初期勾画的草图过于机构化，有点像探测器。

——头部天线状的零件表现出探测机器人的气派。

河森：是的。我的思路也有了变化，最初是人类制作的探测机器人思路，可随后逐渐改变为外星人制作的探测机器人。为与人类寻求交流，就像外星人派 ERS-220 来考察人类的感觉。边听人类对 AIBO 的反映边说"人类喜欢这样的动作吗?"。（笑）

——探测机器人必然进入家庭的推断，又是河森先生的。

河森：即使从宇宙飞船遥控，也无法知道身边的生活。假如探测机器人进入家庭内部那多有趣啊。（笑）那当然不是为了侵略，而是为了寻求友好合作。

河合：若是四足步行机器人的话会感到更加可爱。

■ 现实的机器人设计的难度

——AIBO 的设计过程中，是否有很多随意弄错的地方?

河森：是的。有过那样试行错误的做法。相互制约怎么会发生错误呢? 设计工作本身就是一个挑战。即便是动画和游戏设计，也包含立体化的意识，但一旦实行实际立体化的时候，就会出现想像以外的事情。比如能伸能屈的攻防战，这可是个好的战例哟。（笑）

河合：真的。（笑）

河森：头上的伸缩灯做成或露或遮的结构，考虑了剐破的可能。虽然考虑了动作范围，但对商品的安全性方面，我还没想到。这样的事若河合小姐不提醒就想不到。



河合 真木子

Makiko Kawai

索尼株式会社玩具机器人公司商品战略科设计师

Profile

1993年作为设计师加入索尼(株)公司(现创作中心)。1997年开始加入索尼广场的设计室，做商品和店铺的设计工作。1999年起担任本职，从事有关AIBO的外观设计工作。

河合：我不想说的那么具体，通俗地讲，我们受命制造适应于一般生活的商品。在这一点上请河森先生理解和宽容。

河森：指出要害也非常及时嘛。(笑)用不用我再多说点？算了，就说到这吧。(笑)

河合：因为有太多的积怨的缘故吧。

河森：不过，反应那么快，做事也会很快。我如果做了那么长时间还是不行的话，是很难受的。

■ 为做出独特的 ERS-220

——请问河合女士是以什么态度参加 AIBO 的设计工作的？

河合：我本身意识到机器人的存在是从看《星球大战》开始的。在那个作品中，看到了梦中的机器人形象。似乎是做梦，但 AIBO 的上市却是实实在在的，我也作为制作者的一员参加了 AIBO 的课题组。作为设计者的立场边创作、讨论边制作新的模样的过程，对我来说非常有趣。如果我脑海里的想法能够一点点地发挥出来那就很好了。

——在 ERS-220 中有发挥的部分吗？

河合：这就有点复杂了，我参与了决定 LED 的数量和着色的部分。这一点在河森先生的设计中很自然的反映了我的意见。即便是一个 LED 的色彩选择也特别丰富。其中选择什么样的色彩最好，适用于多种用途时也不会发生矛盾等，反复进行试验。因此，当河森先生看到最后模样说"啊，太好了"时，我非常高兴。

河森：即使是零部件的数量，也要听取各方面的意见。

河合：是的。索尼的设计哲学中，以黑色和银色作为主要基调，是朴素、公认、最好的设计。在这种情况下，AIBO 特殊性更强，为了体现它的特殊性，采取了和以往不同的新的设计思路。

河森：若零部件过多，就变得臃肿了，即便是过渡也要参考先前的 ERS-210 的极其朴素的设计，体现出与其差别化的思路。对零部件来说有时觉得有必要，有时好像又没用。(笑)

河合：是能够增加氛围的零部件。

河森：具体地说，把简单的孔就作为零部件要素，脚掌上为防滑再钻一个简单的孔等。此外为了抓拿方便，将主要零部件的侧面弄成凹凸不平等。有些地方，采用冷却用空气孔形状的零部件。最初是想钻很多孔，但发现容易进入灰尘就不多钻了。(笑)

河合：一边看计算机辅助设计(CAD：Computer Aided Design)的数据和样机一边进行修改，或按照实物进行照抄等。

河森：进入调试阶段，把脸部整平，使摄像机不遮挡脸部的传感器，为了看上去眼显得更长一些把外罩的部分加长等。

——脸部有从未有过的很大变化。

河森：为此花了很长时间，在脸部就整整花费了三个月的时间。(笑)

河合：是的。其结果产生了非对

称性的思路，这样就进入到与动物不同的思路中。

■ 系列初期！没有尾巴的 AIBO

——已有的 AIBO 形象中，在反映特性方面，河森先生是否觉得均衡的问题最棘手？

河森：是的。说的过分一点，AIBO 以往具有魅力的部分全部去掉，没有大刀阔斧的精神是不行的。只留下大小相等且四足步行就能看出是 AIBO 的同类。也就是去掉面部的各器官，去掉包装，去掉耳朵和尾巴，然后进行添加的设计。这个没有尾巴的设计，也是意外的费劲。

河合：摇动的尾巴能表达感情，把它去掉是个大胆的举动。

河森：制作样机的阶段，其重量不断增大。（笑）最初的样机比现在瘦小了一圈，但无法保持平衡。现在一眼就能看到其头部很大，这是为了保持平衡设计的。还有，在省掉驱动尾部的指令的同时相应地增加了很多 LED。

■ 面对订货的具体措施

——最初的草图带有非常鲜艳的彩色环，最后怎么决定成这个样子？

河森：这是考虑到禁用的军事色彩。（笑）不过，与各方讨论的结果是决定采用银色。

河合：试用过各种色彩，也进行过各种讨论，结果一致认为还是银色最好。另外，因为可更换零部件，所以我向河森先生提出更换零部件的建议时也提出了保留 ERS-220 风格的建议。

河森：采用调和色是正确的。最初也提过使用带色的调和色，但最后还是觉得用不带色的调和色为好。没有色彩，却有 19 个 LED 在闪烁。因此，当看到最终作品时抒发了真漂亮的感慨。（笑）看上去决定其风格的就是彩色环。从这一点来看，有稳重感的银色是再好不过了。用户能够自由的选择自己喜欢的产品是多么高兴的事呀。带条纹的东西让人看上去更顺眼，且可改涂其他颜色。贴上操作说明纸条，就可简单的按需调整变换，选择自己所喜欢的方式。采用这样的具体措施，逐步增加用户的订货，也是一种乐趣。

——在其他具体措施中有被拒绝的吗？

河森：胫部的曲线形剪裁是过分的设计要求。复杂的线条上，安装零件是件很困难的事。胫部的零件使腿肚的部分过于变粗，因此要强调这一部分的零件安装工艺，具体采用铆接的工艺。并且通过实际试驱动，还发现了部分问题。比如腿根连接部的圆形设计在站立时可根据需要转动身体，而当腿作水平迈步时这个部分正好面向正面。这一非常的巧合使我感到"无心插柳柳成荫"。

■ 采用卫星定位方式的 AIBO

——费尽周折的设计，成为现实的感想如何？

河森：真的是久违的成就感。（笑）在动画和游戏的设计中，原则上什么形状都可采用，没有死胡同。而在这一次的工作中，需要一边看原模型反复斟酌，一边通过CAD进行模

拟。在这样的条件下进行设计还是第一次，获得非常宝贵的经验。

河合：全身心地投入到现实的机器人时，反而感悟到生物的奥妙之处。

河森：是那样的。真觉得有趣。反复观察游戏和动画总觉得什么地方不太好。从立体的观点来说连辩解的余地也没有。

——在 AIBO 的功能中，有河森先生个人所期望的功能吗？

河森：想要能抓取东西的手。这也许是异想天开，但能做出微妙的姿态变化。ERS-220 的伸缩灯就是为表达这一愿望而设计的。

——如果觉察到什么，就立即改变形态等？。（笑）

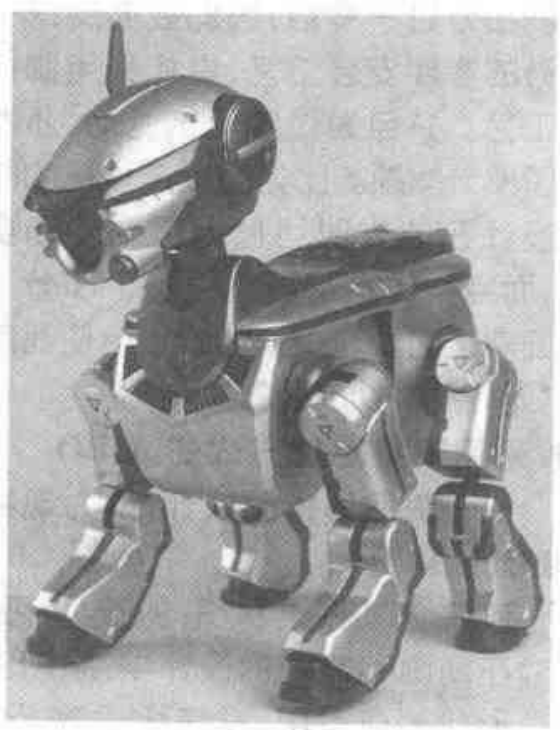
河森：是的。有一种探索生命进化的感觉。（笑）这是个热门话题，在我设计的《电脑网络世界》的 SF 汽车赛中，其车内搭载有导航器。于是想到把这种功能搭载到 AIBO 上。核心部和头部的零部件连接到卫星导航器上时，车中的 AIBO 则摇头晃脑地回答各种各样的问题。眼前黑暗时就点亮伸缩灯。如果做出这样的组件就有趣多了。

——最后，请问今后的打算？

河森：要是做平常的现实性的产品设计，我会更加努力地去做。我正等待着汽车设计的委托。（笑）

河合：我呢稍微抽象一点，今后也继续做我想做的事。以健康、娱乐、好的外形等为目标，与各种各样的领域的人共同合作，追求自己的乐趣。

——今天谢谢你们。



BN-1/Wonder-Borg/NET-BORG 开发访谈录——芳贺义典

■ 作为乐趣研究机器人

——首先，请问加入 BANDAI 社从事玩具机器人的原委是什么？

芳贺：大学毕业就进入 BANDAI 社，之后在栃木工厂主要从事研究开发工作。接着 1995 年为更好地投入研究开发，成立了称为新技术信息部的新的部门。以后，担任 BN-1 玩具机器人研究开发的项目负责人。

——加入这个行业后就对机器人感兴趣了吗？

芳贺：是的。加入 BANDAI 社的动机就是对玩具感兴趣，也就是说想制作不是产业用的机器人。正好那时在日本召开了"第一届微型机器鼠大会"，我也参加了。虽然成绩不好，但感到很有趣。再说，将来的事谁也不好预测，我到 40 岁时已进入 21 世纪，21 世纪就是机器人的世纪了。（笑）带着这种想法进入 BANDAI 社，但不能马上制作机器人。因此，想开发近似于机器人的商品。比如利用信号处理的商品"假面骑士"中的变身腰带上使用的交互式功能，也称"电视能力"。这是电视中的骑士变身时，孩子身上的腰带也开始与其连动回转。做成用变身腰带的传感器掌握电视的全部画面，只有变身画面特意闪灭时，对此反应开始转动。但是，因为无法知道能否发挥好其功能，所以传感器一侧搭载智能功能，增加了识别变身画面的幅度。另外，濑贺先生开发了MSX微机，



芳贺义典

Yoshinori Haga

株式会社BANDAI。战略开发室 经理

Profile

1957年生。1981年入BANDAI公司。经历该社设计部和栃木工厂的开发部开发科，1995年开始调到技术设计中心。该中心于1998年改名为新技术信息开发部，2001年4月更名为战略开发室。

利用它以遥控器控制的机器人也造出来了。这就是称为 ROBOPALL 的商品，是水母形的机器人。我认为制作这样的东西离目标尚遥远。

■ 从现实出发更改路线

——其后，在 1995 年随着新技术信息部的成立，状况有了很大变化？

芳贺：是的。自从成立新技术信息部之后，研究才进入正规。于是，开始制作联网机器人和动物型机器人。

——动物形机器人是什么样的？

芳贺：是从制作恐龙形机器人开始的。狗和猫是身边的，制作恐龙才有价值。而且，当时已上演了《侏罗纪公园（JURASSIC PARK）》，正是掀起恐龙风的时候。

——《侏罗纪公园（JURASSIC PARK）》以后，那就是 1994 年吧？

芳贺：1995 年左右吧。就是从那时起以恐龙机器人作为研究的目标。总之，开始时的指望是相当实际的东西。试制的样机也很大。不过，很像真的反而没趣味。几乎与真的一样则另当别论，那时卖出两个都很困难。于是改变方针，追求机器人的游戏性。

——瞄准这种类型打的第一枪，是 2000 年上市的 Wonder-Borg 吗？

芳贺：是的。很多方案中，有一个方案就是编程游戏法。于是开发适合于 Wonder-Borg 前身的编程原理。之后，有了当时的科学技术振兴事业团举办的少年儿童机器人竞赛，应这个大会制作的机器人被采用了。以后，与科学技术振兴事业团以联合开发的形式，推出 Wonder-Borg 的商品。

■ 向自律性机器人迈步

——其后，2001 年 BN-1 该上市了。

芳贺：Wonder-Borg 上市后，考虑某种程度上能与人交互的问题。之后，1998 年开发了 BN-1 的原型，到 2000 年 3 月公布为止都很顺利，但搞商品化就不同了，已花了一年的时间。（笑）

——BN-1 的外观已经变样了。

芳贺：简化的各种细节部分，由游戏要素来补偿。眼睛的图像变化显示出多彩的表情，这对于具有朴素地传统观点的人来说是绝对不会采纳的想法。BN-1 基本上没有反映生物的意识。如果没有一点动物的影子，只是做成看不惯的形状，就不会再有人爱它了。于是添加了耳朵和尾巴。

——选择四足步行动作，是因为身边有可爱的动物吗？

芳贺：是的。外形也讨论过很多种。最后初步决定宇宙人和《星球大战》中的 R2-D2 的模样，此后也提出过像猩猩等多种方案。比来比去还是觉得其可爱性比较好，最后决定现在的模样。从此，有意识的加入猫的动作。

——把有个性的外观落实到商品化的工作，是如何进行的？

芳贺：外界的设计师和社内的责任设计师进行合作，最终综合成现在的模样。开始时比较细长更像真猫的模样。后来一点一点改变成这个样。外界的设计师对机器人了解不深，却具有我们所缺乏的想像力。相反，社

内的设计担当者对机构了解的多。二者相得益彰可设计成完美均衡的外观。

■ 注意商品的安全性

——开发 BN-1 时想制造什么样的商品?

芳贺:首先,动作要强劲灵活。一旦动起来就要有挡不住的气势。并且能够表现"好恶鲜明"的东西。若你接近它它就跟你来,若你不理它它就停止不动。

——请说明具体的方法?

芳贺:关于方法,只是扩充了 Wonder-Borg 的处理能力,不具有很高的识别能力。只不过是具有受到刺激就立即反应的处理能力。能记住并作出 1 000 种类型的不同表情。Wonder-Borg 最多存入 8 套处理模式,在 BN-1 的情况下额定储存为 1 000,最多可储存 2 000 种类型。

——开发 BN-1 遇到哪些困难?

芳贺:有那么多的自由度,还要商品化是比较困难的。的确与普通玩具相比有奥妙的地方,但没想到格外的顽皮。比如从桌面上掉下来,或掉在榻榻咪上,只要摔的不过分它就能继续动作。于是考虑保护脖颈的措施等非常困难的问题。因为自律性的走动,不单要防止由于惯性掉下来的问题,还要防止被障碍物夹住而弄坏,因此搭载了很多安全装置。并且,在家庭里使用时,不能影响其他电器,为此也进行了这方面的防护措施。因为主机使用的是红外线传感器,所以能够受室内电视机的影响。考虑防止这些因素伤透了脑筋,如果是实验室的机器人只要动作没有问题就可以了,但作为商品化要充分考虑其保护功能,为此需要付出艰辛的劳动。

——具体的来说有哪些区别?

芳贺:把信号全部规范化,与家电完全区别开来。在 BN-1 中,障碍物传感器也用红外线,发出相当数量的红外线,当然也接收相当数量的红外线。以改变信号的方式,使电视机不受其影响。

——走动时的下半身的动作,就像钟摆的运动一样很有意思。

芳贺:移动重心时,因为必须要扭动,所以做成这样的结构。其动作构成是先拧腰使身体偏斜,用手触摸障碍物以此为轴把身体拉到前面。在 BN-1 中,尽量减少可动部分,但动作要强劲有力,这是基本出发点。移动时使用全部身体的功能可做倒立的动作,这就是它的特点。把身体抬起觉得不可思议,但那种动作的确很现实。(笑)最后上市的样机中虽然拿掉了原来就具有的爬台阶的功能,但也考虑了越过座垫的功能。(笑)所以产生了爬台阶的功能没有太大意义的结论。

■ 作为教材的可能性

——另外,BN-1 专用的程序也上市了吗?

芳贺:原来开发 BN-1 的目的是作为机器人实验用的样机。后来面向消费者改变初衷是后话。因此,编程的功能也作为 BN-1 的特色加进去了。这个部分对用户开放,使用户自由编制各种动作程序。带有玩具的味道有

点可笑，但通过机器人进行科普教育，或者哪怕是接触一点接近科学的东西也觉得是件好事。据说最近小孩们离理科越来越远，大学的老师也反映"最近的学生对理科不感兴趣"。听到这些呼声，我们准备了《科学院百科》等商品，订购的人很多。提出用 BN-1 玩具机器人编程游戏的提案，期望受到学生们的欢迎。而且，准备公开使人们看一眼就能明白编程方法的说明书，让用户逐步学会利用图书馆解决问题。总之，让用户高兴，就是我们的愿望。不管 BN-1 有什么样的变化，我想都是 BN-1 各自具有的新的个性。

■ 玩具厂家推出的机器人

——制作商品的同时还做了哪些重要的事情？

芳贺：以"人类朋友式的自动机械"为目标，进行两个方面的工作。一是开发有亲和力的给人带来欢乐的机器人，这与 BN-1 宠物机器人类似。再一个是机器人工程学的玩具。总之，要创造出机器人味道的种类。这些都反映在 Wonder-Borg 和 BN-1 的编程组件中。以这两种为主，今后要开发各种商品。过一段后，想定期开发 BN-1 的后继系列产品。

——玩具厂家很卖力的制作机器人，对普及娱乐型机器人具有很重要的意义。

芳贺：考虑将娱乐型机器人作为进入家庭的机器人时，隐含着各自不同的侧重面。其中，我们要着重采取的风格是追求娱乐性和便利性的机器人。我想这就是玩具厂家的方向。

——听说正在开发的东西里含有流行的网络功能，这是什么样的东西？

芳贺：这方面正在开发中。作为概念来说，网络本身具有提供程序的功能，通过无线电和接口连接的电缆，可直接操纵机器人。根据这个连接，从连接的地点可作简单的操纵。这里还有搭载某种程度的自律性功能。作为短期用途，想提供在企业的网页上，通过网络计算机的操作可参观展示厅的工具。将来如能进入家庭担负起与亲人联系的作用那就再好不过了。

■ 价格战中的商品开发

——网络功能之后，今后想开发什么样的商品？

芳贺：只考虑机器人的领域，也许能形成一个市场。要确立一个有吸引力的种类，必须开发系列化的商品，不然形成市场是很困难的。这不单是机器人型的玩具，而是通过机器人向世人展示 BADAI 的存在。向世人展示各种拓宽的种类，需要听取用户的意见。根据用户意见，再开发新的更有趣的机器人。开发商品出售商品的过程中，探索研究开发新的领域。

——最后，对现在引人注目的双足步行机器人感兴趣吗？

芳贺：当然感兴趣，在 BADAI 内部也正在进行研究。尚未达到公布的程度，但与已有的双足步行机器人相比，其概念是不同的。依然是以进入家庭为前提。能走平路，也能越过座垫，看上去很有趣。RCzaku 是个很好的例子。这个商品严格来说近似双足步行，步行动作完全是模拟的。要作

仿人形机器人，就要提到仿人形机器人的价格问题。这也是玩具厂家所不能承受的。

——今天谢谢您了。



机器人的开发史

■ 最初的里程碑 WABOT-1

目前在日本运行的机器人的数量占世界第一位是不容置疑的事实，是名副其实的机器人大国。同样在机器人的开发水平上也是世界一流的，尤其是在仿人形机器人方面非常明显。在这里以仿人形机器人开发为中心简单介绍日本机器人研究开发的历史。

最初成为里程碑的应该说是早稻田大学的 WABOT。20 世纪 70 年代以开发研究与人相近的机器人为目标，作为研究室的项目开始进行研究，3 年后完成了具有上半身和下半身的世界上最早的仿人形机器人。上半身 WL-5 和下半身 WAM-4 组合而成的的仿人形机器人，迈一步需要近 1 分钟的时间，但它是搭载视觉和听觉的名副其实的仿人形机器人。当时主持开发机器人工作的该大学的已故教授加藤一郎是当之无愧的日本机器人开发之父，是现在早稻田大学机器人研究开发的鼻祖。加藤教授开始研究双足步行机器人是在 1967 年的事。随后东工大和芝浦工大等校也进行了研究，但作出样机的只有加藤教授一人，在这种情况下公布的 WABOT 的震撼力是相当大的。

从 20 世纪 70 年代后半期开始，随着工业机器人的普及，涉足双足步行机器人的研究室也逐渐增多。芝浦工大的 Assy 系列、大阪大学的韦驮天系列及健脚系列、东大的 Biper 系列等都属于双足步行机器人。之后进入 20 世纪 80 年代，这些系列相继实现动步行的时候，早稻田大学的 WL 系列开发出迈一步只需 4 秒钟的 WL-10R 和能爬台阶的 WL-10RD，到了 1989 年开发了迈一步只需 1.6 秒的 WL-12RD Ⅲ，研究工作还在继续推进中。

■ 日本机器人学会的成立

其后管理机器人产业的通产省下属的研究机关也相继开始了机器人的研究。现产业技术综合研究所统辖的原机械研究所于 1971 年成立了机器人工程科。大约从这个时候开始，以自动工作机械的研究为目标，进行了遥控机械和四足、六足的移动机械的研究，同样，统辖之前的电子技术综合研究所在 1970 年开发了搭载图像识别功能的 6 个自由度的遥控机械 ETL ROBOT。两研究所在从 1983 年开始的极限作业机器人项目中起到核心指导作用（做梦也没想到省厅被重新改组）。

另外，1962 年公布了最初进口的工业机器人 Unimate 和 Versatran，20 世纪 70 年代，由于法纳克和富士电机、安川电机等的加入使得机器人开始普及，1972 年组建了日本产业机器人工业会（现社团法人日本机器人工

业会)。随后到了势如破竹般普及开来的 1983 年,成立了日本机器人学会。

值得注意的是成立后发行的学会志的特辑。最初是遥控机械,随后的特辑是双足步行机器人,从中可以看出当时的发展趋向。其中印象很深的是,在以加藤教授为首的双足步行机器人的专家座谈会上,关于"双足步行机器人的研究不能在工业意义上立即见效,而在娱乐方面的感觉更强一些"的报道。从各先生结合自己的研究提出的目标可以感觉得到今后的趋势,觉得很有趣。

■ 引起机器人热的筑波科学万博会

第二次的里程碑是 1985 年的筑波科学万博会。在工业机器人的普及热潮中召开的这次会上,以早稻田大学的 WABOT-2 为首,包括松下电器的绘画机器人、身高 5 米重 25 吨能举起 200 公斤杠铃的法纳克的大型机器人 FANUC MAN、日立的冰雕机器人等在内,展示了各种机器人。起到了广泛宣传机器人,促进机器人开发的作用。

在科学万博会前后,20 世纪 80 年代中期,问答机器人也很受欢迎。受电影《星球大战》中 R2-D2 的外观影响,只不过是能用遥控器操作并发出声音的东西,但由于 BANDAI 和 TOMI、TAKARA 等玩具厂家的加入,所以掀起了机器人的热潮。

从此,机器人学会志的特辑也有了变化,开始出现《机器人与幻想世界》或《服务机器人》等特辑。前者是涉及科幻小说和电影世界中的机器人,也刊登了与手塚治虫先生的座谈会情况等。对阿童木感兴趣的人也多了起来,在议论阿童木的同时,对仿人形机器人的用途和感情、人性及其功能等方面展开了讨论,实际上当时的问题与现在讨论的问题没有根本性差别,这一点留下很深的印象。

回顾学会志,20 世纪 80 年代后半期,随着计算机科学和半导体技术的发展,在机器人开发领域中也引入感知和模糊等新技术。随着 PC 和 DSP 以及 LSI 的应用,机器人和计算机之间的距离也越来越近了。接着进入 20 世纪 90 年代,演奏机器人、娱乐型机器人、微型机械、舞蹈机器人、宠物机器人等的出现拓宽了机器人应用领域。1992 年,早稻田大学的仿人形机器人项目正式启动,1995 年公布了 Hadaly-1 和 WABIAN。

■ 仿人形机器人 P2 席卷世界

接着 1997 年(正确的应该是 1996 年 12 月),作为第三个里程碑,本田技研公布了 P2。现在看来很粗鲁的仿人形机器人,在当时连从事该机器人研究前沿的研究人员也感到很惊喜。技术研究所立项是在 1986 年,本田与以机器人学会为首的学会方面保持距离,单方面进行开发,但这正好是筑波万博会的第二年,也可以说本田的仿人形机器人的开发是日本机器人研究的舞台。接受制作阿童木的指示而启动的项目不断推出新的成果。经过 7 个步行技术实验的 E 系列,从 1993 年的P1到P2接着到P3,不断改进。实

际上在从 P3 改进为 ASIMO 的过程中，曾有过能通过门的 P3 改进型的仿人形机器人，但没有正式公布。

本田的成果受到从事机器人研究的相关人员及媒体的广泛关注，成为世界媒体注视日本机器人的目标。本田的仿人形机器人除了积极参加本社的各种活动以外，还与来访的中国共产党主席握过手，也进行过红白歌汇演。从纽约地铁出入口爬台阶上来的 P3 的 CM 成为热门话题。

■ 面向 21 世纪

1998 年召开了第一届"机器人杯"大会，大会的活动中索尼公司展示了 AIBO 的样机，并发表了机器人接口规格 OPEN-R 的方案。1999 年第一代 AIBO 上市，零售价为 25 万日元的 AIBO 在 20 分钟内卖掉 3 000 台的事实如今仍记忆犹新。可以说这是世界上最早上市的自律型机器人。从此，就像回到了 5 亿年前的古生代一样，出现了大量各种各样的不同时空范畴的机器人。正好在这个时候，原通产省主持的与人类共存型机器人系统的开发项目正式启动。

2000 年世界上最先召开了机器人博览会。之前刚公布的 ASIMO 和 SDR-3X 受到人们欢迎，3 天时间里集结了 5 万人的参观者。从络绎不绝的参观者中可以感受到机器人时代的来临。

促进机器人发展的 CPU

20 世纪 90 年代以后，机器人能得到迅速发展的最重要的原因是计算机技术的进步提高了驱动装置和传感器的控制性能。尤其是对仿人形机器人的影响更大，本田在短期时间内获得如此成果全靠微型处理器性能的提高。不仅是机构的控制，而且在声音识别和图像识别中发挥分析作用的处理功能方面也起到了重要的作用，从而在提高识别能力和提高动作精度方面发挥了作用。20 世纪 90 年代后半期，成为科学技术驱动力的 IT 技术以及蓄电池的高性能化等，都对机器人的开发起到了积极的作用。USB 和 Bluetooth 等接口技术也同样起到了作用。这些技术的进步对仿人形机器人的轻量化十分有利，比如在 P3 中使用了好几个当时主机级别的处理器，而最新的仿人形机器人中只用一个 Pentium Ⅲ来控制驱动。

机器人开发的相关年谱

公元年	内　容
1773	瑞士的杰克·杜罗斯父子制作的"写字的人偶"和"弹风琴的少女"
1738	法国的加迪科·沃康孙制作的"自动鸭子"
1796	细川半藏赖贞汇总江户时代的自动机构技术的《机巧图汇》
1833	卡路斯·巴别吉开发了齿轮式数字计算机
1945	冯·诺依曼提出"诺依曼型计算机"原理
1946	宾夕法尼亚大学完成世界最早的电子计算机 ENIAC
1949	剑桥大学完成诺依曼型计算机 EDSAC
1951	美国 Tripod 公司申请工业机器人专利
1958	美国统一控制公司发布工业机器人样机
1962	美国 Unimation 公司上市工业机器人 Unimate 美国的 AMF 上市工业机器人 Versatran
1969	川崎航空工业(现川崎重工)最先生产工业机器人川崎 Unimate
1970	电子技术研究所开发 EPL ROBOT Mk-1
1971	机械技术研究所正式成立机器人工程科
1972	机械技术研究所开发远距离操作机械手 1 号
1973	早稻田大学生物工程研究组最先开发仿人形机器人 WABOT 1
1980	日本的汽车生产量达到世界第一
1983	日本机器人学会成立 机械技术研究所和电子技术研究所(现均为产总研)组成的极限作业机器人技术研究组共同推进"极限作业机器人开发项目"
1981	早稻田大学最先开发动步行双足步行机器人 WL-10RD
1985	筑波万博会上早稻田大学展出 WABOT 2
1990	"微型机械项目"启动
1992	早稻田大学联合研究组制订"早稻田仿人形机器人计划"
1993	本田开发完成双足步行机器人 P1 马萨诸塞工科大学人工智能研究所开始开发仿人形机器人 Cog 精工 EPSON 上市 EMRoS
1996	早稻田大学开发了双足步行机器人 WABIAN 本田公布双足步行机器人 P2
1997	本田完成双足步行机器人 P3 IBM 的超型计算机"深蓝"战胜了国际象棋冠军卡斯帕罗夫 机器人杯第一届大会在名古屋开幕
1998	作为通产省(现经济产业省)的项目由新能源产业综合开发机构(NEDO)开始"与人和谐共存型机器人系统"的研究 美国虎电子工程公司上市的法比热销的同时，乐高公司上市 MindStorms
1999	索尼上市第一代 AIBO"ERS-110" Tmsak 公司开始出售 Tmsak Ⅳ号

续表

公元年	内 容
2000	ERATO 北野共生系统企画完成双足步行机器人 PINO
	在横滨召开机器人博览会 ROBODEx2000
	本田发布双足步行机器人"ASIMO"
	索尼发布双足步行机器人"SDR-3X"
	NHK 红白歌合演时，ASIMO 和 SMAP 共演
2001	BANDAI 上市 BN-1
	本田开始 ASIMO 的租赁业务
	举办"关西机器人节/神奈川 2001"

TOPICS

科幻机器人世界

SF 机器人世界

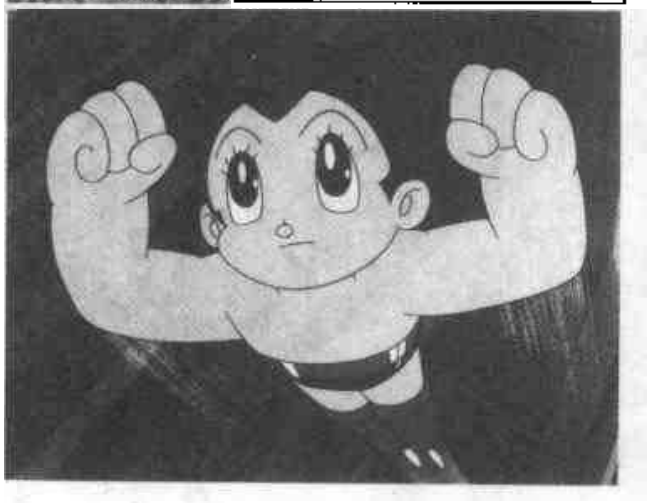
■ 阿童木

1998 年 AIBO 上市，2000 年召开的 ROBODEx2000 会上，本田的 ASIMO 和索尼的 SDR-3X 进行性能展示。如果亲眼看到这样的展示你就会觉得近年机器人的行市的确有很大的变化。觉得从前从小说、电影、漫画中看到的机器人已离现实不远。机器人的名词产生于 20 世纪 20 年代捷克的剧作家卡雷尔·卡佩克著的《罗撒姆的万能机器人》，这个词语是捷克语的强制劳动(robota)和斯洛伐克语的劳动者(robotoneak)的复合词。把残酷劳动的工人戏剧化了的机器人，在后来的科幻类作品中进行了各种各样的描述和设计，一直活跃到今天。



铁臂阿童木 DVD-BOX1

DVD-BOX(全6BOX)■BOX1价格：28 200日元(税前)■发行商：日本哥伦比亚■日本初期的动画片。善良的少年机器人以10万马力向邪恶挑战
※预计3月1日上市DVD-BOX2



近年在日本可以说是掀起了机器人热潮，频繁推出的机器人作品中《铁臂阿童木》(起初的题目是《阿童木大使》)等，不言而喻是"漫画之神"手塚治虫的代表作，1963 年和 1971 年两度改编成动画片(不久将要三度改编成动画影片)。在不断介绍机器人活动的时候，感受到"阿童木时代即将来临"。这就是目前的现状，仿人形机器人的最终目标是否是阿童木暂且不论，但当今通过以电视为中心的媒体传播的与人共存的机器人的阿童木的形象越来越深入人心。阿童木的问世，在日本机器人研究和其受益者之间起到了中介作用。

以阿童木为代表的科幻机器人作品的历史，可以通过影像作品来回顾。

2001 年 宇宙旅行

DVD■价格：2500 日元(税前)■发行商：华纳兄弟公司■木星探测船迪斯卡巴黎1号在旅行终点的遭遇，是与交响诗《茨阿啦斗斯托拉故事》齐名的名作。



■ HAL9000 能实现吗？

在影像世界中，有魅力且具有个性化设计的作品就是机器人，首先把焦点移向人工智能(AI)方面。

2000 年上映的《AI》是继承电影巨匠斯坦里·库布里克(Stanley Kubrick)导演生前的遗志,由斯蒂芬·斯皮尔伯格(Steven Spielberg)导演完成的影像化作品。伟大的娱乐作品大师斯皮尔伯格是如何继承故事性很强的库布瑞克的作品的呢?对于这一点在公开前一直是个谜。该影片是以描写"感情=相爱"的 AI 少年型机器人大卫(David)的长期旅行为主线的,也称为未来版的《匹诺曹(Pinocchio)》。作为养子养育但最终被监护人所抛弃的希丘艾森就像阿童木与天马博士的关系一样很有趣。

作为电影史上的库布里克的代表作,1968 年上映的《2001 年太空漫游》,虽然没有说明性的表演而且难以理解,但能抓住观众的心,是很有吸引力的作品。在本作品中出现的 HAL9000 正是统治电影世界的人工智能作品的代表作。原打算 1997 年在伊利诺伊州的 HAL 工厂开发有人探测器,并于 2001 年搭载 Discovery 号飞向木星。遗憾的是都没有实现,但今后能否实现 HAL 水平的人工智能呢?在剧情中,HAL 通过视觉识别乘务员要检查 HAL 异常情况的对话口形,从而开始了惨杀乘务员的行动。这种描写超越单纯识别能力的 HAL 的判断能力,对现在的人工智能来说可能有不可逾越的鸿沟。

另外,从 1982 年到 1986 年美国 NBC 电视放映的汽车动作片《Knight Rider》中登场的 K.I.T.T.(组件)也相当于这类机器人。主人公马伊克鲁·纳依托乘坐的黑色超高级赛车纳依托 2000 上搭载了 A.I.。日本的朝日电视从 1987 年开始播放了该电视系列片,因此熟悉的人也很多。



禁止的行星

DVD■价格:2 000日元(税前)■发行商:华纳兄弟公司■牵牛星4号中潜入的怪物的原型。20世纪50年代科幻电影的杰作。



钢铁巨人

DVD■价格:2 000日元(税前)■发行商:华纳兄弟公司■描写冷战时期坠落美国的机器人与少年的交流。



银翼杀手(最终版)

DVD■价格:2 000日元(税前)■发行商:华纳兄弟公司■成为堕落的未来世界的先驱的科幻金字塔。

■ 超科学造就的机器人

描写超越认知的技术，是科幻世界的魅力。这或许是另外世界的产物，或许是宇宙人带来的技术等出自不同的思路。大家都熟知的《星球大战》中登场的机器人可说是不同世界的机器人的代表。其中，C-3PO 和 R2-D2 作为系列的偶像作品被很多追星族所宠爱。从功能来说 C-3PO 是翻译机器人，R2-D2 是卫星定位机器人，通过共用半环形线圈可把它们相互连接，是具有模拟型设计的功能。相当于 Episode5 的《帝国的反攻》中的医疗机器人，其机构的设计都在腹背中，因此操作起来很简单。

与此相反，1956 年上映的《禁止的行星》中的罗比，虽然是肥胖的外形，但浑身具有惊人的能力。设计的原型看上去是地球人牟比亚斯博士，其技术已在牵牛星 4 号中构筑了文明的顶点，因此，应用了已灭绝的库列罗人的超技术。另外，近作《天体冲撞》也是地球以外飞来的不明机器人。还有，1951 年公映的《地球末日》印象也很深。宇宙人 Klaatu 是要向成功的进出宇宙的人类提出警告而飞来的，伴随它来的机器人是掌管行星秩序并抑制星球大战的统治者。

■ 与人共存的仿人形机器人世界

前面回顾了超科学衍生的机器人，现在把视线移到人类亲手制作的机器人上。在初步与人共存的仿人形机器人中，首当其冲的是 1973 年公映的《未来世界(Westworld)》中的机器人。这是迈克尔·克赖顿(Michael Crichton)最初担任导演时的作品，其中有很多各行其责的仿人形机器人，以能体会西部和中世时代生活的乐加帕库的达洛斯小岛作为舞台。是一部描写在密闭空间中失去控制的约翰机器人突然袭击客人的恐怖电影，为日后导演《侏罗纪公园(Jurassic park)》奠定了一定基础。具有与人同样外观和功能的达洛斯岛的机器人，给来访的客人身临其境之感，这种感觉是靠中枢控制中心和天天进行的控制与维修作业来实现的。这就是除了做好准备工作以外，在特定的环境中才能成立的关系。完全溶入人类社会的机器人的代表是名作《银翼杀手(BLADE RUNNER)》中的洛伊，其外观不仅与人一模一样，而且还具有识别用的 VK 监测鉴别能力。可是，惟一不能得到的是人一样的寿命。因此，它们对生的渴求是悲哀的。具有这种感情的仿人形机器人的苦衷，在石之森章太郎漫画原作《人造人》和《机器人刑警》中表现得尤为突出。都因自身的同一性所烦恼，机器人刑警K是阿西蒙系机器



未来世界

DVD■ 价格：2000日元(税前)■ 发行商：华纳兄弟公司■ 乐加帕库的封闭空间里发生的机器人骚乱。



机动警察PATLABOR ON TV DVD-BOX

DVD-BOX(全二卷)■价格：各29 800日元(税前)■发行商：东北新社/代理商：BANDAI影视■预想不久的将来东京作为舞台活跃着特殊车辆二科

人，内藏表现良心的人工智能。至于机器人平常以吉罗的名字作为人而存在，则更详尽的表现了它的异想天开的苦衷。本作品于 2000 年电视系列化，以原作为蓝本的连续剧受到新老追星族的欢迎。目前续编《机器人-01》的 OVA 正在上市中。

另外，1926 年由弗里茨·朗导演的《大都会》中的玛丽亚作为仿人形机器人很有名。玛丽亚是为支配工人而制作的很美丽的机器人。超越时代魅力的外形设计，是 C-3PO 的基础，即使是现在也感觉不到落后。看到这张照片而受到启发的手冢治虫创作了漫画《大都市》。这是手冢治虫最初的三部科幻作品之一，是梦幻中的未来与未来科学造就的人造人米奇的悲剧结合在一起的名作。

之后 2001 年《大都市》经过 50 年的时间改编成动画。导演是林太郎，脚本由《AKIRA》的大友克洋担任，应用数字技术创作的未来画面成为压轴戏。按原作的基调，大胆的添加编排内容，在手冢其他作品中的人物(《火鸟之复活篇》的罗比托和《铁臂阿童木》的佩洛 44 等)也活跃在剧情中。还有，主人公迪马和健一少年之间萌发的虚幻的爱情故事也引入了伤感的场面。

除此之外，美国的电视连续剧《星球旅行 TNG》中的迪塔少校等作为仿人形机器人广为传播。超天才科学家努尼恩森制作的机器人，虽然不能表达感情，但有脉搏还可以吸收半有机物，作为一名乘务员以丰富的知识和冷静的判断力起到重要的角色。

还有，作为特殊的例子要列举的是东宝特摄的《怪兽对麦嘎罗》中的喷气美洲豹。该作品在怪兽系列中也称得上时尚的作品，这个喷气美洲豹是身高 1.8 米的大机器人，在没有事先指令的情况下可以突然巨型化伸长到 50 米。开发者伊吹吾郎说"在良心回路的作用下可以巨大化"，这种不像科学家的语言反而给人留下很深的印象从而成为珍品中的珍品。

■ 为人服务的非人形机器人

下面要介绍，作为人类生活服务型和工程用机械型的机器人是什么样的。



老人Z

DVD■价格：5 800日元(税前) ■发行商：SPE影视■厚生省开发的全自动护理宠物大逃亡！瞄准把自身反复增值的Z-001号

1991 年公映的动画《老人 Z》中描写了监护机器人罢工的滑稽场面。导演为北久保弘之，动画人物设计为江口寿史，原作、脚本、机构设计为大友克洋的豪华阵容。机器人关注目前实施的监护保险法等，看起来觉得更具有实在感。内藏第 6 代计算机的全自动监护宠物 Z-001 的逃亡形象还是深一脚浅一脚的。把比较沉重的题材，用明快的表现形式描写得很轻松。

另外，作为描写人与机器人之间交流的作品还有 1986 年的《短路(short circuiting)》。作为具有战略人工头脑的核输送兵器(S.A.I.N.T)而开发的机器人约翰 5 号，可受雷电的震荡而启动自我，不管恐慌的有关人员接受与否，逃出险情后仍能继续与人交流。对要追踪破坏性的危险的约翰 5 号机器人的军队，可发出"我不是机械，是生命"的呼叫声，是一部脍炙人口的精品。而且，约翰 5 号的外形是根据《未来世界》中的保利斯史比那和《∀高达》中的形像设计的。模仿达芬奇人体画的诺瓦社的标识设计也留下非常深的印象。



机械01 THE ANIMATION

DVD(预定出售全四卷)■价格：每卷4 800日元(税前)■发行商：SPE影视■经过约30年，原作《机械》系列的续编OVA化。



(C)手冢作品/METROPOLIS制作委员会



大都会

DVD(普通版)■价格：3 800日元(税前)■发行商：BANDAI影视■没有心脏的机器人能有爱吗——超级大国大都市里产生的含蓄的恋爱方式。



■ 超大型机器人是机器人吗？

一说起机器人，就会联想到《机动战士高达》和《魔神-Z》中的超大型机器人。但是这些机器人大部分都需要搭乘操纵手，搭乘的目的多半是为了战争，严格的说它是战争用动力增补套装的扩大版。关于这一点可以从罗巴托·阿·海恩拉因的科幻小说《宇宙的战士》中登场的高达的原型得到验证。但是，靠远距离控制动作的《铁人 28 号》和《巨型机器人》等不在这个范畴里。还有，在动力增补套装式的机器人中，类似《机动警察 PATLABOR》的设计作品也十分有趣。PATLABOR 是警察组织为杜绝普通仿人形工作机械"LABOR"的乱用事件的发生而开发的。在 LABOR 中装有操作用 OS 系统，(《机动警察 PATLABOR-剧场版》中暴发了围绕新型 OS 的事

件),这种剧情设计使故事性更加浓厚。另外,警察组织开发的仿人形机器人,好像"高科技社会 21C"的迪科罗伊多。它与 PATLABOR 不同,完全是自律性仿人形机器人。从《超时空要塞 Makross》的外形设计中可以看出,它是与工作室相关的作品,是一部动画风格独特、结构设计崭新的作品。

在影像作品中登场的机器人无论其形状大小,都会有很多风格各异和不同种类的机器人。今后各种各样的机器人将给我们带来无穷的乐趣。期望具有幻想性的更有魅力的科幻机器人早日问世。

SF 机器人年谱

公元	内　容	备　注
1886 年	利尔亚当(法国)发表《未来夏娃》	"安德罗丁"上演
1920 年	卡雷尔·卡佩克(捷克)发表《罗撒姆的万能机器人》	"机器人"名词诞生
1926 年	弗里茨·朗导演(德国)创作《大都会》	《玛丽亚》上演
1950 年	艾萨克·阿西莫夫发表《我,机器人》	讲述了"机器人三原则"
1951 年	手冢治虫的《阿童木大使》在《少年》杂志上连载	翌年改名为《铁臂阿童木》
1956 年	横山光辉的《铁人 28 号》在《少年》杂志上连载 大勒多. M. 维鲁寇库斯导演的《禁止的行星》上映	1963 年改编成电视动画片"罗比"上演
1959 年	罗巴托. A. 海恩拉因发表《宇宙的战士》	"动力增补套装"问世
1968 年	斯坦里·库布里克导演的《2001 年太空漫游》上映	"HAL9000"上演
1970 年	藤子. F. 不二雄的《机器猫》连载	
1972 年	永井豪的《魔神一Z》连载	同年改编成电视动画片
	石森章太郎的《人造人》连载	1972 年改编成电视连续剧
1973 年	石森章太郎的《机器人刑警》连载	1973 年改编成电视连续剧
1977 年	乔治·卢卡斯导演的《星球大战》上映	
1979 年	《机动战士高达》开始电视播放	导演:富野喜幸
1982 年	Ridley Scott 导演的《银翼杀手》上映	Philip. K. Dick 原作
	《超时空要塞 Macross》在电视播放	构思,机构设计:神奇工作室
1984 年	詹姆斯·凯莫导演的《终结者》上映	
1987 年	保罗·瓦豪彬导演的《机器人杯》上映	
1988 年	《机动警察 PATLABOR》OVA 上市	1989 年改编成电视动画片
1995 年	《新世纪福音战士》开始电视播放	
2001 年	斯蒂芬·斯皮尔伯格导演的《A. I》上映	

SF 历	内　容	作品名
1957	巨大流星在美国缅因州落下	《巨大冲撞说(giant impact)》
1984. 5. 12	萨伊巴达因 101 型预计 2029 年被派遣到世界各地	《终结者》
1997. 1. 12	伊利诺伊州在 HAL 工厂完成 HAL9000	《2001 年太空漫游》
1998	筱原重工制 AV-98 伊勾罗姆 1 号机、宇罗阿物托考普·安达孙博士开发的新型机器人	《机动警察 PATLABOR》
	巴帕否定《机器人三原则程序》而引起混乱	《软件》
2003. 4. 7	阿童木诞生	《铁臂阿童木》
2005	诺斯·阿姆·自动化社生产 NDR114 由购入的马丁家命名安多留	《安多留 NDA114》
2008	可变战斗机 VF-1 巴鲁其利批量生产	《超时空要塞 Macross》
2019	结合型机器人(雷普里刊托)完成	《银翼杀手》
2020	特托拉完成,回顾 2000 年	《久布那伊鲁》
2026	玛丽亚完成	《大都会》
2032. 7. 23	敢巴斯塔初登场	《争第一》
2112. 9. 3	机器猫的诞生	《机器猫》
2100 年代	萨伊巴托罗尼克斯社制作下一代机器人·迪维托诞生	《A. I》
2338	微型 ZIV 号在行星上,能发现信号	《星球遇难 TNG》
23 世纪	摩比亚斯博士完成罗比	《禁止的行星》

近代机器人小说的发展历程

近代机器人经典小说，最早可追溯到机器人名词的诞生以前，即 1880 年发表的《弗兰肯斯坦》和《未来夏娃》两本小说。

前者《弗兰肯斯坦》是 1883 年玛丽·雪莱发表的作品。本作品中出现的把尸体连接组合成人造人的场面，虽然与机器人完全不同，不过很明确的提示"科学造就的拟人家伙不久将与人对抗"，这是机器人小说的基本话题，成了"精神上"的机器人小说的经典。

1886 年法国的利尔亚当发表的《未来夏娃》，讲述了发明大王爱迪生为贵族朋友诶瓦罗多大臣开发了理想的女性机器人爱多丽的故事。作品中爱多丽的各部的结构中掺杂了精美的插图及引人入胜的描写，对后来机器人的形象产生了很大的影响。

不久 1920 年捷克作家卡雷尔·卡佩克发表了戏剧《R.U.R》，在这个作品中首次提出"机器人"的名词。（戏剧是为在舞台上演出而写作的脚本，或按脚本的形式写作的文学作品）。

被机器人剥夺工作权力的工人组织罢工，与政府派来的机器人军队作战，科学家凭一时的感情开发的"具有感情的"机器人正在进行社会革命，这是一部生动描写科学技术与人对立的作品，是把《弗兰肯斯坦》更加社会化的升华了的作品。而且，包含很多成为机器人小说原型的要素。

1920 年末以美国帕鲁普 SF 杂志的布姆来访为契机，机器人与火箭和宇宙人一块，在 SF 小说中作为一般的道具而使用。在布姆最红的时期，即 1939 年连载发表理性的机器人，以阿达姆·林库为主角的伊安多·巴尹达"机器人市民"受到人们的欢迎。

这个帕鲁普杂志的一名作家艾萨克·阿西莫夫，从 1940 年初以把"机器人三定律"刻入机器人脑子里的程序为主题发表了几本短篇小说，从而引起大家关注。所谓"机器人三定律"，是由阿西莫夫与基恩.W.勘别鲁共同提出的，大致归纳为

·机器人不能伤害人，也不得见人受到伤害而袖手旁观

·机器人应服从人的命令，但不得违反第一定律

·机器人应保护自身安全，但不得违反第一、二定律

阿西莫夫整理归纳的这一观点的程序，在极限情况下机器人也能做出奇妙的动作，在诸多短篇中加以叙述，根据理论性的原则，告诉一个不可思议的故事结局，给读者以强烈的震憾。

另一方面，这一“机器人三定律”在 SF 作家中影响很大，其他作家们也纷纷遵循三定律发表机器人小说，形成了这个领域里的潮流。还有，这个时期阿西莫夫和其他作家的机器人小说，对战后刚刚兴起的日本的 SF 界产生很大影响。

战后的 SF 界，在其作品中很浓厚的反映了变化的社会形势和价值观，是作为时代性很强的领域发展的。同时随着科学技术的发展，机器人也逐渐带有现实感，机器人小说领域也产生很大的变化。

尤其是受 20 世纪 80 年代的计算机技术的迅猛发展的影响，SF 界掀起了“肉体和高科技的结合”的浪潮，“发展自我，发展为新生命体的人工智能”和“与机械经常接触，促进人们的新的感觉”等看不出生物和机械的分界线，提醒读者二者共同发展，同时对机器人小说带来变革。

反映时代交替的机器人的设计，“巴帕”们展示了作为其他生命取得的进展，就像鲁迪 · 拉茨卡的《软件》(1982 年)，打破以往机器人小说框框，异想天开的发挥，是在这个浪潮中诞生的好作品，在这一领域里吹入了新鲜空气。



我，机器人

艾萨克 · 阿西莫夫著
小尾芙左译/早川文库



软 件

鲁迪 · 拉茨卡著
黑丸尚译/早川文库

特别采访——小岛秀夫



小岛秀夫

Hideo Kojima

株式会社KONAMI JPN董事、副社长兼WEST制作统筹部长/游戏设计师/导演

Profile

1963年在东京出生。1986年作为企画人进入KONAMI公司，1987年担任《金属齿轮》(MS×2用软件)的导演。曾发表过《斯那其亚》《泊利斯诺茨》等作品，其独特的品格和世界观引起世人评论。1998年发表的《金属齿轮硬度》创造了世界发行600万册的纪录。

■ 憧憬未来的少年时代

——据说小岛导演对机器人具有很强的兴趣。

小岛：是这样的。我想这是我的同龄人共同具有的兴趣吧，我所构思的机器人不是《机动战士高达》中出现的莫比罗斯茨那样的东西，而是搭载AI的自律性工作的机器人。

——1969年阿波罗在月球着陆，1970年在大阪召开的EXPO70等的出现，是不可避免的时代的产物。

小岛：是的。正好我进小学的时

候阿波罗登月成功，紧接着有了万博会。万博会的机器人馆我也去看了。不过，当时的机器人与现在的不同，只不过是一个有机器人外形的机械装置罢了。尽管是那样，对我来说已是兴奋不已的美好时刻。双足步行机器人只能在做梦或漫画世界中才能看到。所以，我脑海中常闪现稍微扭曲的21世纪的景象。（笑）超越国界组成世界联合国家和宇宙联合国家，解决贫富差和能源问题的非常光明的未来，呈现在我的脑海中。这样的世界里理所当然的要有机器人这个好帮手。我小的时候有过"21世纪泡泡糖"的构想，构思了泡泡里跑空气汽车的世界，但尚未实现。（笑）不过，我还记得那种对21世纪的强烈的憧憬，在幼儿园绘画时间里总画海底都市和空中都市等未来的都市的情景。

——还记得1970年万博会上的机器人吗？

小岛：我记得有能照像的机器人和能握手的机器人。但现在考虑那不算机器人。（笑）只不过是打扮成机器人姿态的照相机罢了。因此，1996年发布P2（本田）时感到很惊讶。我想能否作游戏，真的是这么想的。（笑）为什么吃惊呢，我是看着早稻田大学的WABOT长大的一代，当时像P2那样的仿人形机器人能在一个企业制造出来真的没想到。

——你也看很流行的机器人电视剧吗？

小岛：当然，看过《铁臂阿童木》，《超大机器人》我也很喜欢。这些作品和《高达》的根本区别在于，不乘载人，具有机器人自身的意识能力。即使是《超大机器人》也不能直接操纵，而听"打！"等命令后才动作。这与声音识别相同，是如何接受人的语言，作什么样动作的问题。即使有了这样的设定，在情节达到高潮时也会听不到命令，就像小孩那样兴奋不已。（笑）不过，要算最喜欢的主角，还是《假面超人》的旧1号了。（笑）改造人也好，可以说到了人造脏器的时代了。

——通过那些作品，你觉得将来的机器人应该具有什么样的概念？

小岛：作为人造物是否很可怜，但对具有感情的机器人来说在我的概念中是很坚强的。就像《人造人》中内藏的良心回路，我觉得是非常了不起的。眼下也觉得多半是受骗的感觉。（笑）《机器人刑警》中的阿西莫夫也有很强的吸引力。在这个意义上来说人与机器人有很多共鸣的东西。作为仿人形机器人的未来形象，国外电视连续剧《巴伊沃尼库·捷眯》和《600万美元的男士》中的机器人越来越与人相近，能运用自如的操纵控制器，反而会造成人逐步接近机器人等，世界观的混乱。当今的拟人机器人具有道德意识吗，现在故意设计成与人区别的样式，但要我来设计我就敢设计成与人一模一样。因此，我觉得机器人具有人的那些功能的研究课题应很现实地走到我们的眼前。

——作为与有感情的机器人相通的要素，对AI也感兴趣吗？

小岛：是的。但是，IBM的深蓝战

胜国际象棋皇帝后，人们转变为互相交换认识的集体研究的模式。从此机器人的研究上了一个台阶，进入了表现真实感情的研究，对我来说是很有趣的。

——据说小岛导演很喜欢电影，你喜欢什么样的 SF 机器人？

小岛：说实话人们喜欢的《星球大战》的 R2-D2 机器人我不太喜欢。只是不停的动作，就像《未来警察》中的圆柱形机器人。（笑）目前机器人设计也尚有模仿 R2-D2 的倾向。模仿确实容易掌握并可缩短设计周期，但对我来说，尽管同样是小型机器人，但我喜欢《紧急行动》中的像胡伊和都伊的机器人。若是那样的机器人我家也想买一台。（笑）对外形设计来说，我喜欢在《阿比斯》和《ROBOTJOX》等中担任设计的斯提夫·巴古的设计。最近好像在进行《码托里库斯》中的机构设计，后来搞到什么程度我还不清楚，向《金属齿轮硬度》的设计者打探，但联系不上。（笑）也许跑话题了，我曾买过初代的 AIBO。当时特别想在家里置办一台机器人，上市的当日一直打开网页，目不转睛地注意情报，（笑）买回来的还算不错，AIBO 真的是爱不释手的东西。我的理想是机器人为我服务，从这一点来看要达到这个目标还有很长的路要走，觉得很艰难。最近，河森先生设计的 AIBO 上市了，这个外形设计也非常好。与此相比没有装饰的第一代和第二代的 AIBO 的简单的设计，也觉得不错。是否有现实感呢？

——《金属齿轮硬度》中担任设计的新川洋司先生也喜欢机构吗？

小岛：是的。他是受《高达》和《宇宙的战士》中的帕瓦多斯波影响的一代，如果让新川设计 AIBO 是什么样的呢。

■ 充满求知心和好奇心

——小岛导演的游戏，是否含有丰富的机构和宇宙等科学的题材。

小岛：这也许是我的专长，不过我是不太经意的。若这些成了历史的东西话，查文献也是很麻烦的。总之我小的时候有很多牛顿和欧姆等科学杂志，我很贪婪的阅读过。并不是很用功的态度，但对 SF 电影和科学专门杂志类充满了求知心和好奇心。《宇宙（cosmos）》的作者卡罗·社甘等是我的偶像。（笑）他认真的研究宇宙人存在的时候，并不是同 SF 和科学站在一起走过来的，但是作为某种宗教色彩的存在有很大的影响力。由我来继续做那种工作的话，会使要想飞到宇宙的儿童非常高兴。

——不过，现在的儿童对于科学的发展和未来并不关心。

小岛：是那样吧。我们曾有过未来的梦，就这一点来说我们是幸运的一代。现在就大不相同了。（笑）在开发宇宙方面，冷战时期结束后不太积极。我们在儿童时，将来的理想中至少有一个是想当宇宙飞行员，而现在的儿童不太踊跃。当时还没有 NASDA（宇宙开发集团），日本人成为宇宙飞行员连想都不敢想，可是这种梦想越来越强烈。这样的好奇心的膨胀，是受到电影和动画中的宇宙飞行和机

器人的影响。因此，在科学知识方面，在 SF 中可以说是个很好的预习。比如就“温室效应”等一词语来说，社会上流行之前，在 SF 中早已出现是理所当然的。近期，成为现实问题的克隆技术，在 SF 中也是早已使用过的老话题了。

■ 构筑“机器人学”

——最近，不是 SF 而是现实中的机器人越来越引人注目，这种现象你是怎样看的？

小岛：前些日子，我去过在横滨召开的“2001 机器人展”。我的儿子也很喜欢机器人。那么小孩是怎么对机器人感兴趣了呢？这种状况从头回顾也很有趣。我们小的时候看过很多 SF 电影和动画片，而现在好像没有那么多。尽管如此，意识到机器人的存在就那么高兴，我想这也许是本能的吸引要素。要延伸这方面的兴趣，小孩们想要制作机器人时，纷纷提出要学习什么的呼声。这就需要编一本容易看懂且归纳各种技术体系的“机器人学”。

——采取易懂的措施，使机器人更容易进入我们的生活。

小岛：最近，有不少人常带着孩子来参观建造在炮台上的日本科学未来馆。这里毫不吝啬的展示出各种精密机械，是我们小时候连想都不敢想的情景。固然方博非常了不起，但除了有某种运气的成分以外有很浓的机器人的装饰表演色彩。在这一点上，日本科学未来馆则展示了应用高科技的实在的真品。我还想去看一看现在正在开幕的“机器人遗传学展”（开幕时间：2001 年 12 月 1 日～2002 年 2 月 11 日）。《金属齿轮 2》中也涉及到遗传子，因课题很新颖而引起大家的兴趣。

■ 在电脑世界中机器人的作用

——在现实的机器人中，外形设计方面有你看中的设计吗？

小岛：我喜欢宇宙飞行员，现在看来本田的 P2 和 P3 最好。

——尽管是不同的领域，将来游戏世界中将出现什么样的机器人？

小岛：机器人作为实体是确实存在的能摸得着的实物。但在这里利用数字技术和网络信息技术，即便是实在的存在物，也可以应用数字技术与电脑空间相结合构筑假想和现实共存的游戏来。在这个世界里，机器人作为娱乐的工具活跃在其中。即使在游戏制作现场中，只用口头说明的游戏设计，就能执行很多个命令，逐步趋于理想的境界。我不是学者，在开发机器人方面不一定需要我，但本着兴趣与研究学者接触，合作制作更有趣的机器人是我的梦想。（笑）这就是我的主张，人类制作的机器人走向宇宙的事实，和脊椎动物从水中走向陆地一样，是某种生命的进化。最近的基因组研究和拟人机器人研究涉及到伦理问题，我个人来说以向前看的态度，乐观的评价这件事。在这一点上，需要理性的工作促进技术的发展，对此持宽容态度的生物就是人类。因此，最终还是想看到同人类相近的机器人。

——作为个人的梦想，想做什么样的机器人？

小岛：最终的目标是做出给你做伴的机器人，也可成为能与你开玩笑的搭眼。我喜欢艾萨克·阿西莫夫的《钢铁都市》中的人类和机器人刑警的那种姿态。（笑）另外，在游戏的领域来看，是把目前很流行的图像类进一步改编成实际化的游戏。带有触觉的手套等功能的开发，能再现从硬件到气味的环境。这些都能实现的话，则可以把尚未实现的空间照实反映出来，从而进行各种游戏。不过，在做出电脑空间的体验与实际体验相同的环境，以前，会萌发超越技术的更高的欲望。不管有什么样的实际体验，在电脑中思路放开的瞬间，会不知不觉的回到现实中来。街道被破坏也罢，行星陨落也罢，那都是命运。作为填补这个欲望的工具，前面已提到过机器人将被利用。比如远距离控制的机器人派往月球，从地球指挥战斗。在电脑空间中有物理的冲击，出现岩石被撞碎等场面，可享受超越假想的快乐。这之前把小型机器人的数据进行修改，以在家庭环境中进行战斗的试验。这与我所期望的机器人有所不同，但能体验操纵所谓莫比罗斯茨系的机器人的乐趣。娱乐机器人是最容易懂的，构思也简单明快。

——《金属齿轮硬度》中出场的机构"金属齿轮"占有什么位置？

小岛：那不是机器人只能说是兵器。是一台不管是山岳或沼泽地都能顺应穿越的能力很强的导弹发射机。也许是 SF 机器人的悲哀，总之是当作兵器利用的时候多。这是因为作为故事的情节容易编写的缘故。然而，实际战场上也有很多利用机器人技术的。在新作《金属齿轮硬度 2》的首映式中，从斯密索呢安博物馆的展示资料中可看到，世界最初的计算机的兴起，是为计算导弹的弹道开始的。不敢想像拟人机器人上战场的时代，但随着兵器开发，机器人技术也得到发展的事实是不可否认的，这是很可怕的。

■ 梦想介入机器人的开发！？

——完成《金属齿轮 2》后，下一步考虑什么样的游戏？

小岛：考虑了很多，不好卖或因技术性问题而无法实现等有不少问题。（笑）想制作《金属齿轮》的续篇，也考虑与此不同方向性的，考虑至今尚未做过游戏设计的新题材。这里也许有机器人关联地部分，总之想添加不单是数字技术还有别的什么，制作新的作品。实际能否实现，不知路上有多少要越过的栏杆。

——最后，请问关于今后机器人和自己相关联的梦想？

小岛：在今后大约 10 年间，能作机器人的监制人就好了。现在也一边做游戏一边寻找这个机会。考纳米社也有设机器人事业部的呼声。（笑）但是，说归说，这是个很实际的问题，我怕小时候的理想变为泡影。这是很矛盾，但和喜欢的电影一样，作为兴趣在现实中继续寻找机会。

——今天谢谢您了。



金属齿轮2

■ Play Station2 ■ 销售中 ■ 价格：6 800日元(税后) ■ 发行商：KONAMI

TP242
J647

A1079284